UNIVERSAL
LIBRARY
OU_232003
UNIVERSAL
LIBRARY

OSMANIA UNIVERSITY LIBRARY

Call No. ۲-۱۵۳۹۶ Accession No.

Author رمنیڈ لف بیتس

Title آزماستہای اتمی ترجمہ ناصر ماہر تیان

This book should be returned on or before the date last marked below.

تألیف:

ریموند. ف. بیتس

آزمایشهای اتمی

برای همه

مقدمه :

بقلم استاد دکتر محمود حسابی

ترجمه ی

ناصر ماهوتیان

کتابفروشی ثقافت
خیابان ناصرخسرو
ناشر

کتابخانه طهوری

طهران . خیابان شاه آباد

باهمکاری مؤسسهٔ انتشارات فرانکلین
تهران ـ نیویورك

This is an authorized translation of

ATOMIC EXPERIMENTS FOR BOYS

by Raymond F. Yates.

Copyright, 1952, by Raymond F. Yates. Published by Harper and Brothers, New York.

آزمایشهای اتمی

برای همه

تالیف

ریموند. ف. بیتس

ترجمه ی

ناصر ماهوتیان



شرکت چاپخانه خرد

برای اطلاع خوانندگان

مؤلف با نهایت میل باطلاع کلیه‌ی خوانندگان عزیز میرساند که که در کارتألیف این کتاب خودرامرهون کمك‌های آقای جرج. ل. گلاشی، که رئیس بخش خدمات آموزشی کمیسیون انرژی اتمی درشهر واشینگتون است، میداند.

مقدمه

بقلم جناب آقای دکتر محمود حسابی
استاد دانشمند و رئیس محترم دانشکده‌ی علوم

امروز ترجمه یا تألیف کتب علمی، فنی و ادبی صحیح در ایران کاری دشوار است زیرا مترجم یا مؤلف باید، نه‌فقط با صرف وقت، بلکه احیاناً با بذل مال وارد میدان عمل شود از اینرو که متأسفانه عادت بمطالعه، و بخصوص مطالعات علمی، هنوز آنچنانکه باید پیدا نشده است.

ولی باید دید چه کسی، خارج از محیط مدرسه، مسئول ترفیع سطح فرهنگ عمومی است. این وظیفه‌ی خطیر از سوئی بر عهده‌ی مؤلفین و مترجمین است و از سوی دیگر بر عهده‌ی ناشرین. تنها مردم تحصیل کرده‌ی یك کشورند که باید در ارتقاء سطح دانش عمومی کشور خود بکوشند و این مطلوب جز با صرف همت و جدیت بدست نمیآید. اگر اشخاص با استعداد و اهل فن دست بتالیف و ترجمه‌ی کتبی ببرند که بتدریج مردم را بامفاهیم ساده‌ی علمی آشنا سازد و آنان را از آنچه در دنیای متحول امروزی میگذرد تا حدی بیاگاهاند و لزوم همگامی و هم آهنگی با کاروان تندروی تمدن را بر همه محسوس سازد، دیری نخواهد گذشت که مطالعات علمی منظم آغاز خواهد شد و کشور ما نیز در پیشرفت علمی جهان شریك خواهد گردید، و استقبال جوانان کشور بخواندن کتب علمی و تحقیق و تجسس، بهترین پاداش

کسانی خواهد بود که دراین راه کوشیده و دررستاخیز علمی این کشور سهیم میباشند.

یکی از جوانانیکه دراین راه گامی برداشته آقای ناصر ماهوتیان است که بسال ۱۳۲٤، بارتبه‌ی شاگرد اولی، و دریافت مدال علمی درجه‌ی یك، رشته فیزیك وشیمی دانشکده‌ی علوم تهرانرا بپایان رسانیده وهمواره ازحیث کارهای علمی وعملی و کوشش در مطالعه و کسب اطلاعات علمی تازه مورد نظر وتوجه بوده است. مشارالیه پس ازپایان دوره‌ی دانشکده و آغاز کار آموزشی دست ازمطالعه نکشیده وهمیشه یکی ازبهترین دبیران فیزیك وشیمی بوده ودرمدارس تهران بتعلیم وتربیت دانش آموزان اشتغال داشته است . وی بسال ۱۳۳۱ بدعوت دولت امریکا برای مطالعه بآن کشورمسافرت و مطالعات خودرا دررشته‌ی فیزیك وتعلیم و تربیت دنبال کرده‌است، واینك که دست بترجمه‌ی این کتاب سودمند برده خوشبختانه با طرزی نوین و جالب توجه آنرا بپایان رسانیده وبا افزودن حواشی و لغت نامه‌ای باین کتاب آنرا برای خوانندگان آسان وشیرین ساخته‌است.

زحمتی که مترجم دراینکار کشیده شایان تقدیر است و جای آن دارد که اشخاص تحصیل کرده ودانش دوست نیز باین رویه‌ی مطلوب تأسی جویند و گامی درراه خدمت فرهنگی بجامعه بردارند.

تهران ـ دوم مهر ۱۳۳٤

دکتر محمود حسابی

مقدمه و توضیح مترجم

روزگاری مسائل و مطالب مربوط به اتم جزء قسمتهای نظری علم فیزیك بشمار میرفت و بحث دراین مسائل بندرت ازچهاردیواری محاسبات ومعادلات ریاضی تجاوز میکرد واگر احیانا وندرتا وسائلی برای تجربه اختراع میشد ازاین آزمایشها نتیجه‌ای جز نقض یا تأیید نظریه‌ای که قبلا اعلام شده بود گرفته نمیشد. فیزیك اتمی ناحیه‌ی کوچکی ازقلمرو پهناور علم فیزیك وشیمی را اشغال میکرد و بمخیله‌ی هیچکس ،حتی علمائیکه در اتم کارمیکردند ، خطور نمیکرد که کوچکترین مورد استعمال عملی وصنعتی برای این نظریات علمی وریاضی پیدا شود، تا چه رسد به آنکه روزی انرژی اتمی چنان برجهان حکمفرمائی کند که دول نیرومندشرط موجودیت خود را درتکمیل طرق استفاده ازانرژی اتمی ، درزمان صلح وجنك ، بدانند وباتمام قوا در این مسابقات اتمی شرکت جویند.

امروزدر کشورهای بزرك جهان کارگاهها، کارخانه‌ها، آزمایشگاهها ومؤسسات پژوهشی دولتی وملی بزرك بمنظور استفاده از انرژی اتمی در زمان صلح وبرای تامین بهداشت و رفاه بشر دائر گردیده و از نتایج این کوشش‌ها تاکنون درکشاورزی ، پزشکی وتهیه انرژی الکتریکی استفاده‌های غیر منتظری شده‌است که اندکی ازآن در این کتاب مورد مطالعه قرار میگیرد. تازه، تمام اینها هنوزاز نتایج سحراست وبایدمنتظر صبح دولت اتم باشیم.

در این کتاب، مولف سعی کرده مطالب علمی را بساده‌ترین وجه ممکن، و بدون بکار بردن اصطلاحات و لغات مشکل علمی، بطوری بیان کند که برای همه، از دانش آموز دبیرستان تا دانشجوی دانشگاه و از پیر گرفته تا جوان، قابل استفاده باشد و ضمنا جنبه‌ی سندیت و صحت خود را از دست ندهد و بصورت بعضی آثار مبتذل که گاهی دیده شده در نیاید. ولی باید متاسفانه اعتراف کرد که سطح فرهنگ عمومی، بویژه از حیث دانستنی‌های علمی در کشور کهن سال مافوق العاده پائین‌تر از امریکا و اروپا است و کتابی که برای افراد معمولی امریکائی سهل الهضم است ممکنست برای خواننده‌ی غیر متخصص و غیر فنی ایرانی ثقیل جلوه کند. لهذا مترجم به پیروی از نظر مولف در متن کتاب هر کجا بلغتی که معنی مخصوصی در علوم دارد بر خورد کرده بلافاصله آنرا بصورت پاورقی توضیح داده و بعلاوه در تشریح و بیان نکات مهم بقدری کوشیده که تعداد توضیحات پاورقی (که باستثنای یک مورد بقیه تماماً از مترجم است) بحدود یکصد و هفتاد بالغ شده است.

و نیز بمنظور تکمیل این نظر، در پایان کتاب بدرج فهرستی از لغات علمی، که بکار رفته، با توضیح معنی آنها اقدام شده است. این فهرست اکثراً شامل لغاتی است که شرح آنها در پاورقی مقدور نبوده است.

در خاتمه امیدوار است با ترجمه‌ی این کتاب، با این سبک مخصوص بخود، توانسته باشد اطلاعات ضروری فوق العاده ساده و اولیه ایرا درباره‌ی الفبای اتم شناسی و انرژی اتمی، که قافله سالار تمدن و بشریت در عصر متحول ماست، در اختیار خوانندگان عزیز بگذارد.

ناصر ماهوتیان

تهران ـ شهریور ماه ۱۳۳٤

فصل اول

یک دنیای مثبت و منفی

مادرمیان دریائی ازالکتریسیته زندگی میکنیم که قسمتی از آن بحال حرکت وقسمتی ازآن بحال سکون است . الکتریسیته‌ی در حال حرکت‌را «جریان الکتریسیته» یابرق مینامند مانندالکتریسیته‌ی‌جاری ازدرون‌سیمها ، قرقره‌ها ، تلفن‌ها ویا لامپهای الکتریکی .

وقتی که الکتریسیته بی حرکت است «الکتریسیته‌ی ساکن» نامیده میشود و جسمی را که الکتریسیته‌ی ساکن دارد گویند دارای «بارالکتریکی» است .

بهرحال ، الکتریسیته جاری‌یاساکن از اجتماع ذراتی ساخته شده بنام‌الکترون که کوچکترین ذره در جهان است . میتوان گفت که الکترون یك ذره الکتریکی خالص‌است تعدادی از همین ذرات، یعنی از این‌الکترونها، از جمله‌ی ذراتی هستند که اتمهای ماده را میسازند و بنا بر این همیشه توی ماده اسیرند . عده‌ی دیگری از الکترونهای سرگردان ، یعنی‌الکترونهای‌آزاد ، جریان‌الکتریسیته را ، که‌اینهمه‌بنوع بشرخدمت‌میکند، بوجود میآورند . ازیك‌موتوریاازیك لامپ الکتریکی درهرثانیه تعداد بیشماری ازاین‌ذرات باید بگذرد تا کار کند . وقتی الکترونها باسرعت‌ازسیم‌ها عبور میکنند گوئیم اختلاف‌سطح الکتریکی

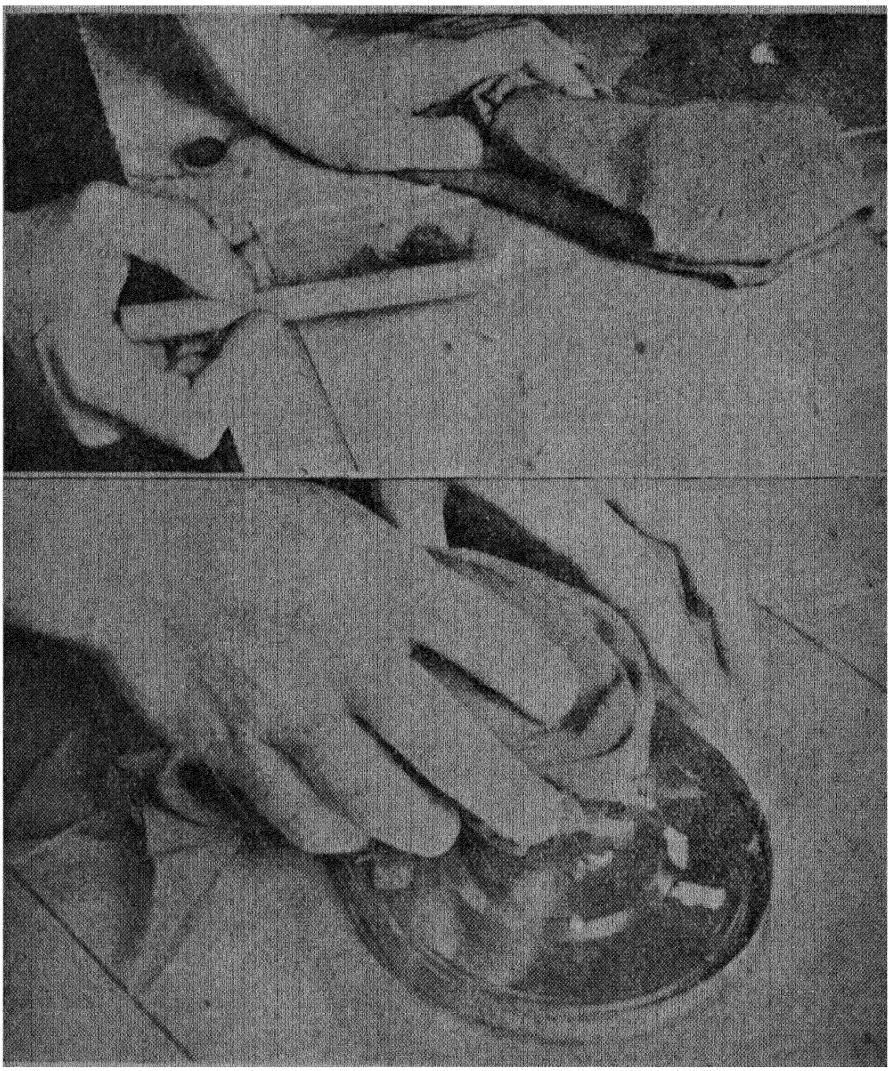
(ولتاژ) زیاداست وهرچه عده‌ی الکترونهائیکه درهر ثانیه ازیك نقطه‌ی معین عبور میکنند زیادتر باشد شدت جریانی (آمپراژ) که درست میشود بیشتراست . الکترون خودیك ذره‌ی الکتریسیته‌ی منفی است .

اگر بخواهیم باتمها وانرژی اتمی پی ببریم باید در آزمایشگاه منزلمان درباره‌ی بارهای الکتریکی بتحقیق بپردازیم. خوشبختانه بسیاری از آزمایش‌های جالب و آموزنده را میتوان باوسائلی انجام داد که دریك چشم بهمزدن ساخته میشوند .

پیش از اینکه بساختن وسائل آزمایش شروع کنیم، بیائیم با الکتریسیته‌ی ساکن که بآسانی میتوانیم تولید کنیم چند آزمایش بعمل آوریم . برای اولین آزمایش قطعات کوچکی از کاغذ خشك بقدر نصف تبرهای پستی میبریم . سپس یك صفحه گرامافون کائوچوئی یا پلاستیکی (۱) را محکم با یك قطعه پارچه ابریشمی خشك یا پشمی مالش میدهیم . بعد صفحه گرامافون را به تکه‌های کاغذ نزدیك کرده ملاحظه میکنیم که تکه‌های کاغذ بطرف صفحه کشیده شده بسطح آن میچسبند، مثل آنکه باچسب آنها را بصفحه چسبانیده باشند.

در آزمایش دیگر (شکل ۱ را ملاحظه کنید) یك قطعه شیشه‌ی خشك وتمیز را بالای تکه‌های کاغذی که روی یك قوطی حلبی قرار دارند نگاه میداریم . وقتی سطح شیشه را بایك قطعه پارچه پشمی یا ابریشمی مالش دهیم قطعات کاغذ علی رغم نیروی ثقل بطرف بالا پرواز کرده بسطح تحتانی شیشه میچسبند

۱ــ باشانه ، باقلم خودنویس و یا با اجسامی ازجنس آنها نیز میتوان همین آزمایش را بعمل آورد . مترجم



شکل ۱ ـ (بالا) هرگاه قطعه‌ای از لاك پستی را با پارچه‌ی پشمی یا ابریشمی خشك مالش دهیم دارای بار الکتریکی شده و قطعات کوچك کاغذ را بخود میکشد.

(پائین) قطعات کوچك کاغذ را توی دریك قوطی حلبی ریخته و قطعه‌ی شیشه‌ایرا که ازدر قوطی مزبور بزرگتر باشد روی آن میگذاریم بطوری که دیواره‌ی درقوطی مانع تماس ذرات کاغذ باشیشه بشود. حال اگر سطح فوقانی شیشه‌را با پارچه‌ی پشمی یا ابریشمی خشك مالش دهیم ذرات کاغذ بطرف بالا پریده بسطح تحتانی شیشه میچسبند.

شکل۲ بطور کامل جزئیات ساختمان دستگاه ساده ایـرانشان میدهد که میتوان آنرا باوسائل ساده و بآسانی تهیه کرد . این دستگاه که میتواند وجود بارهای الکتریکی را آشکارسازد الکتریسیته نما (الکترو سکپ) نامیده میشود وداخل یك‌شیشه مربائی (۲) کوچك قرار دارد . سیمی که درون‌شیشه مربائی واردشده و بانتهای آن دوورقه‌ی نازك‌فلزی چسبیده درمحل عبور ازدر فلزی شیشه باید کاملا از عایق پوشیده شده باشد (از لحاظ الکتریکی) وعایق کردن این قسمت که خیلی اهمیت دارد بـوسیله‌ی گوگرد گـداخته یالاك (که برای‌لاك‌ومهر مصرف‌میشود) انجام میگیرد .

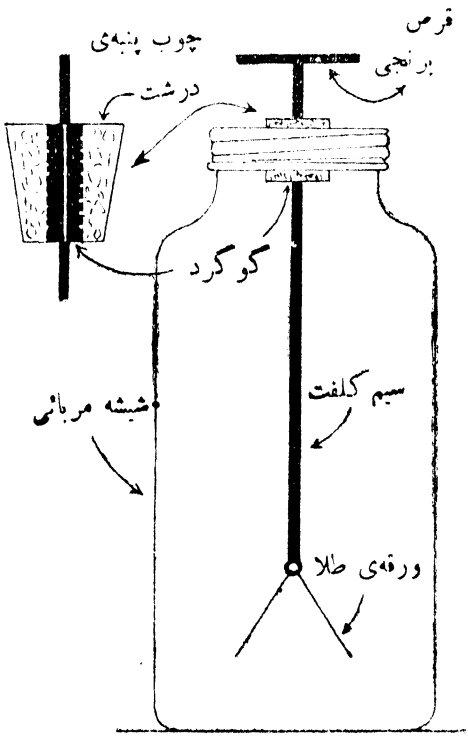
ورقه های طلائی که بمصرف اعلان نویسی روی شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها میرسد (۳) برای ساختن ورقه های فلزی الکتریسیته نما بسیار خوب‌است‌ولی نصب آن‌دردستگاه‌قدری مشکل‌است‌و بهتر است‌الکتریسیته نمارا پیش‌یکی ازاعلان نویسها که اعلان طلائی برای شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها درست‌میکنند ببریم تاورقه‌های طلارا درآن نصب کند .

بجای‌طلا ممکن است از ورقه‌ی فلزی که برای پیچیدن آدامس مصرف میشود استفاده کرد این‌فلز از ورقه‌ی طلا بسیار سنگین‌تر و لهذا

۲ـ مؤلف دراین‌مورد شیشه جای Peanut—butter رانام برده. چون . این‌خوراکی درایران‌مصرف وشناخته‌نشده برای رسانیدن مقصود بجای کلمه مزبور ، شیشه مربائی گذاشته‌شد . مترجم

۳ـ درامریکا برای نوشتن‌اعلان روی‌شیشه‌ی پنجره‌ی‌مغازه‌ها گاهی بجای رنك ازورقه‌های طلائی بسیار نازکی استفاده میکنند واین ورقه‌ها راکه بشکل نـواری میباشد با وسائل مخصوصی بشکل حروف و کلمات مختلف روی شیشه میچسبانند و چون ورقه‌ی طلائی که مصرف میشود بی‌اندازه نازك است این‌اعلانات گران‌هم تمام نمیشود . مترجم

حساسیتش کمتر است . اگر یك قطعه از آنرا چند دقیقه در الکل معمولی بخیسانیم کاغذیکه بفلز چسبیده از آن جدا شده وفلزرا میتوان مطابق شکل بانتهای سیم وصل کرد . (٤)



شکل ۲ـ قسمتهای مختلف یکدستگاه الکتریسیته نمای ساده که میتوان آنرا بادست درخانه ساخت و با آن آزمایش‌های بسیاری در باره‌ی الکتریسیته دادن باجسام بعمل آورد

٤ـ این فلز قلع است . ماممکن است ازورقه‌ی قلع که درجعبه های چای یا دربعضی از جعبه های سیگار یا برای پیچیدن شکلات مصرف میشود استفاده کنیم . در این صورت ابتدا بوسیله‌ی ناخن کشیدن چین و چروك ورقه‌ی قلعی‌را صاف و آنرا نازك میکنیم و بعد باریکه‌ای از آن میبریم ودرالکتریسیته‌نما مصرف مینمائیم . برای‌ساختن سایر قسمتهای ←

برای آنکه الکتریسیته‌نما آماده کارشود باید آنرا بملایمت حرارت داد تا تمام ذرات رطوبت ازسطوح آن زایل گردد و الا آزمایشهای ما درست در نمی آید .

حتی دریکروز بارانی ومرطوب حساسیت آزمایش های‌ما ممکن است خیلی کمتر بشود .

برای بار کردن‌الکتریسیته نما (یعنی وارد کردن الکتریسیته در الکتریسیته نما .) موهایمانرا چند بار با شانه خشکی شانه میزنیم وبعدشانه را بسر الکتریسیته‌نمامیچسبانیم . فورا ورقه‌های داخل آن از هم دور شده وبهمان حال باقی میمانند ومعلوم میشود که ورقه‌ها دارای یك بار الکتریکی شده‌اند اگردستگاهرا بحال خود واگذاریم ورقه‌های بتدریج بحال اول خود برمیگردند وطول مدت این برگشت بسته به شرائط هوای محیط وغیره است. درالکتریسیته نماهای آزمایشگاهی(٥)

دستگاه نیز میتوان بدین ترتیب عمل کرد : یك شیشه‌ی دهان گشاد را اختیار کرده باچوب پنبه در آن‌را میبندیم . بعد میخ بلندی را ازوسط چوب‌پنبه عبور میدهیم تانوك آن تقریباً میان‌شیشه برسد . بعدورقه‌های قلع‌را بوسیله‌ی لحیم کردن یا بوسیله‌ی نخ بستن بنوك میخ میبندیم . ته شیشه‌هم قدری آهك‌زنده میریزیم تابخار آب‌را جذب کند سپس در شیشه را محکم میکنیم و برای اطمینان بیشتر اطراف چوب پنبه را لاك آب کرده یا شمع آب کرده میریزیم . باین ترتیب بدون خرج و بسادگی دارای یکدستگاه الکتریسیته نما میشویم . این دستگاه شبیه بشکل (۲) میشود . مترجم

٥ ـ Professional Electroscopes یا الکتریسیته نما های «حرفه‌ای» یا بلفظ بهتر الکتریسته نما های آزمایشگاهی آنهائی هستند که درآزمایشگاهها بمنظور تفحصات‌علمی مورد استفاده قرار میگیرند. بهمین‌دلیل اینهاکاملتر وبمراتب دقیقتر از الکتریسیته‌نماهای دست ساز است که‌شرح آن گذشت . مترجم

ممکن است بار الکتریکی ورقه‌ها ساعتها باقی بماند . ما بآسانی میتوانیم شرائطی بوجود آوریم که در آن شرائط اوراق فلزی درون شیشه بار الکتریکی خود را زود از دست داده و با سرعت زیاد بجای اول خود بر گردند. مثلا اگر شعله‌ی شمعی را بفاصله تقریباً یك اینچ(٦)از سر الکتریسته نما نگاهداریم ورقه‌ها بسرعت بهم نزدیك میشوند .

همچنین اگر الکتریسیته نما را نزدیك اشعه ایکس یا نزدیك قطعه‌ای از یك جسم رادیو آکتیو(۷) بگذاریم بار الکتریکی آن بزودی ازبین میرود . سرعت نزدیك شدن ورقه های الکتریسیته‌نما بهم نسبت مستقیم دارد با قدرت اشعه ایکس یا با قدرت جسم رادیو آکتیو . مثلا اگرجسم رادیو آکتیوی بفاصله زیادی ازیك الکتریسیته نما واقع‌شده باشد ومعهذا اوراق فلزی‌الکتریسیته‌نما با سرعت زیاد بهم نزدیك شده و بچسبند معلوم میشود که جسم رادیو آکتیو مزبور بسیار قوی است و خاصیت رادیو آکتیویته‌اش (یعنی خاصیت پخش اشعه ایکس و ذرات الکتریکی مثبت ومنفی) بحدخطرناکی رسیده است و بهمین جهت الکتریسیته‌نما در کاوشهای‌اتمی و نیز در ساختن مواد اتمی موارد استعمال زیاد دارد .

درحقیقت کار شعله‌ی شمع واشعه‌ایکس و ماده‌ی رادیو آکتیو در آزمایشهای بالا اینستکه هوای اطراف سر الکتریسیته نما را

٦ــ برابر است با ۲٫۵٤ سانتی‌متر . مترجم

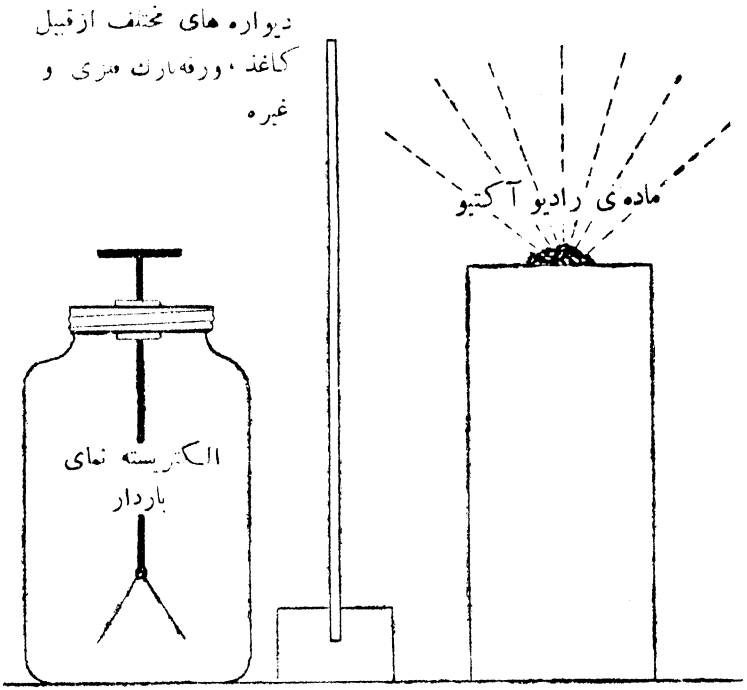
۷ــ اجسام رادیو آکتیو اجسامی هستند که خود بخود و دائماً تولید اشعه‌ایکس وذرات الکتریکی مثبت‌ومنفی میکنندمانند رادیوم وترکیبات آن . مترجم .

هادی میکنند و در نتیجه برای بارهای الکتریکی ورقه‌های داخل الکتریسیته نما راه گریز بخارج پیدا میشود .

بوسیله‌ی این الکتریسیته نما ، یا اگر بخواهیم آزمایش بطرز بهتری انجام شود ، بوسیله‌ی الکتریسیته نمای آزمایشگاهی که در آخر این فصل شرح داده شده، میتوان برخی ازجالب‌ترین آزمایشها را در باره‌ی مواد رادیو آکتیو ملایم انجام داد . مثلا خواهیم دید که تابش حاصل (ذرات واشعه‌ی خارج شده) ازمواد رادیو آکتیو قدرت عبور ازمواد مختلفه را دارد و میزان این قدرت بسته است بشدت یا قدرت تابش مزبور، بنوع آن و به جنس وضخامت ماده‌ای که تابش‌ها از آن عبور میکنند .

آزمایشی که درشکل ۳ نمایش داده شده مطالب فوق را نشان میدهد. برای آزمایش ابتدا الکتریسیته نمارا بار کرده (۸) سپس ماده‌ی رادیو آکتیو یا شمع روشن را نزدیك آن میگذارند و یك دیواره نیز بین آن و الکتریسیته نما قرار میدهند . در مورد آزمایش با شمع اگر دیواره‌ی مزبور حتی یك قطعه مقوا هم باشد خاصیت شعله که عبارت از تخلیه‌ی الکتریکی الکتریسیته نما است بآسانی ازبین میرود زیرا در اینجا عامل مؤثر حرارت است و دیواره مانع سرایت حرارت به الکتریسیته نما میگردد در مورد آزمایش با مواد رادیو آکتیو ملاحظه میشود که ورقه مقوائی مزبور اثر کمتری دارد یعنی اشعه وذراتی که از جسم رادیو آکتیو بیرون

۸ـ در آزمایشهای رادیو آکتیویته واشعه ایکس واغلب آزمایشهای اتمی قبلا الکتریسیته نمارا بار میکنند و بعد سرعت تخلیه آنرا در اثر مواد رادیو آکتیو ویا اشعه ایکس مورد آزمایش تعیین میکنند واز آنجا پی بقدرت آنها میبرند . مترجم



شکل ۳ـ الکتریسیته‌نماهای بارشده دراثرهادی شدن هوای اطراف‌خالی میشوند واین‌عمل ، یعنی‌هادی شدن‌هوا ، بوسیله‌ی یك‌جسم رادیو آکتیو انجام‌میگیرد .سرعت تخلیه‌ی الکتریسیته‌نما دراثر تابش جسم‌رادیو آکتیو بستگی دارد بقدرت‌رادیو آکتیویته‌ی‌جسم‌مزبورو بجنس‌وضخامت‌دیواره‌ای که بین آن والکتریسیته‌نما گذاشته شده است . مثلا ورقه‌ی نازك‌کاغذ در متوقف‌ساختن تابش‌جسم رادیو آکتیو اثربسیار کمی دارد وحال‌آنکه‌یك صفحه‌ی نازك‌سربی مانع بزرگی بشمارمیآید

میآیند خیلی آسان از آن میگذرند . یك قطعه شیشه بیشتر مانع عبور آنها میشود ولی نمیتواند بطور کامل آنها را متوقف سازد وحال‌آنکه یك‌صفحه‌ی سربی کاملا مانع‌عبور پرتوها میشود مگر آنکه‌ماده‌رادیو‌آکتیو آنقدر قوی باشدکه بحدخطرناکی برسد .

هیچ دانش پژوه جوانی نمیتواند نظریه‌ی‌جدیدماده وانرژی اتمی

را درك کند مگـر آنکـه مطـالبی در بارهٔ بار الکتریکی بداند. بار الکتریکی مانند «سریشمی» است که ماده را چسبیده بهـم و استوار نگاه میدارد. شاید ما کلمات منفی ومثبت را شنیده باشیم اما باید دید این کلمات چه معنائی دارند. دانش آموزی که میخواهد مبانی انرژی اتمی را درك کند شایسته است که توجه او محدود و منحصر بموضوع بارهای الکتریکی باشد.

پایهٔ تمام پدیده‌های الکتریکی والکترونی براین امر استواراست که ماده واجد یکی از سه حالت الکتریکی است یعنی چیزهائی که ما را احاطه کرده ازلحاظ الکتریکی یا خنثی هستندویا حامل بار مثبت ویا منفی میباشند. ایـن سه حالت در جنگل‌ها، درهوا، درزیرزمین، در گرما ودرسرما وبالاخره درهمه جا وجوددارد.

بعضی از این بارها بقدری ناچیز است کـه تشخیص آن حتی بـا دقیق‌ترین اسبابها غیرممکن است. بعضی دیگر مانند بارهای موجود در طبقات عالیهٔ جو بقدری متراکم است که تخلیهٔ الکتریکی همراه با انفجار وبطور ناگهانی در طول دویا سه میل (۹) انجام میگیرد. این گونـه تخلیه‌های الکتریکی را «برق‌زدن» میگوئیم.

اگر چشمان ما نسبت بآثار الکتریکـی حساس بـود میتوانستیم بسیاری ازچیزهای جالب توجه وغیرمنتظر را ببینیم. اغلب چیزهائی که با آنها سروکارداریم دائماً یك حالت الکتریکی کم و بیش متغیری دارند بهمین جهت گاهی دارای بار مثبت و گاهی منفی میشوند؛ روشن کردن

۹ـ میل برابر ۱٫۶ کیلومتر است. مترجم

یك کبریت ، بریدن یك تکه‌ی کاغذ ، پاك کردن مبل ومیز وصندلی ،راه رفتن روی فرش وحتی نفس کشیدن نیز بنحوی دربارهای الکتریکی که بلافاصله در اطراف ماقرار دارند تغییر جزئی میدهد .وضع الکتریسته‌در جهان دائماً در تغییر است بدین معنی که یك محل را ترك میکند و در محل دیگرجمع میشود. چنانکه گفتیم چیزهائی که نزدیك یا دوراز ما قرار دارند، یعنی بالاخره تمام اجسام عالم از لحاظ الکتریکی یا خنثی هستندیا بار الکتریکی مثبت‌ویا بار منفی دارند . معهذا حالت الکتریکی هیچیك ازاجسام (باستثنای ذرات اتمی(۱۰)) اعم ازاینکه خنثی ،مثبت ویا منفی باشند ثابت و پایدار نیست یعنی جسمیکه‌دریك لحظه خنثی است ممکن است درلحظه‌ی‌بعد ازلحاظ الکتریکی مثبت‌یا منفی باشدوجسمی که فعلا دارای بار الکتریکی مثبت است‌ممکن است ،درشرائط خاصی، درمدت‌یك‌ده‌هزارم‌ثانیه منفی‌بشود. پس دراین حالات الکتریکی بندرت دوام وثباتی پدید میآید و غالباً باید دقیق‌ترین احتیاطات معمول گردد تاجسمی که دارای بار الکتریکی است طوری از محیط خارج بوسیله‌ی عایق جدا شود که بار الکتریکی آن ثابت بماند .

دانستن اثر و رفتار این بارهای مثبت و منفی نسبت بیکدیگر مهم‌است‌زیرا نظریه‌ی‌الکتریکی‌واتمی‌مابیشتر بر این‌پایه استوارشده‌است. خوشبختانه اثراین‌بارهابریکدیگرتا اندازه‌ای ساده است بطوری که‌عمل بارهای مثبت ومنفی را در شرائط معینی همیشه میتوان پیشگوئی کرد . وقتی‌دوجسم راکه دارای بارالکتریکی‌منفی‌اند بهم نزدیك کنیم‌یکدیگر

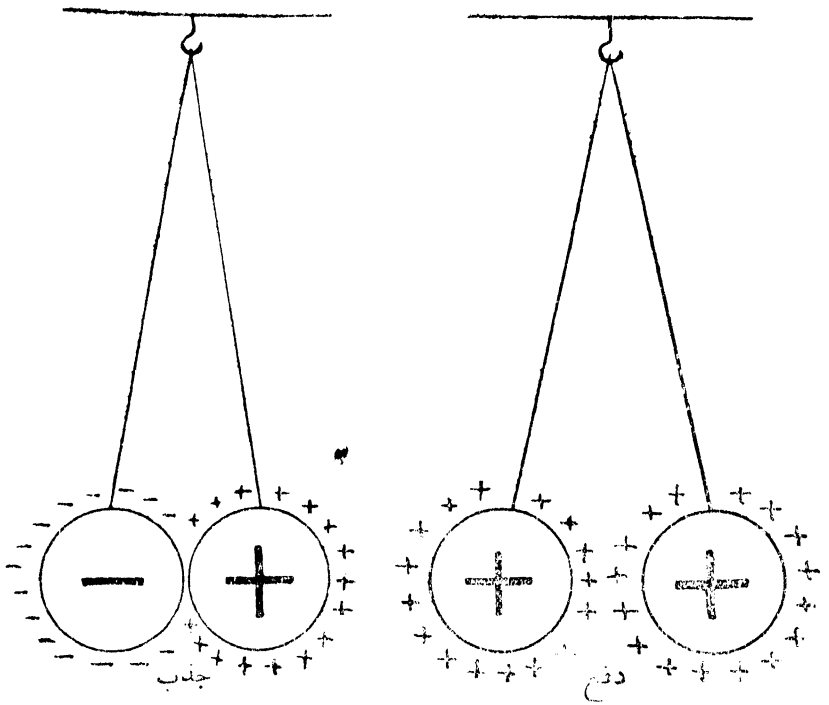
۱۰- مقصودالکترون‌ها ، پروتن‌ها و نوترون‌ها است . مترجم

را دفع میکنند. همین امردر بارهٔ دوجسمی هم که دارای بارالکتریکی مثبت باشند اتفاق میافتد. پس بدین ترتیب ما میتوانیم قاعدهٔ ثابتی بدست دهیم و بگوئیم که : **بارهای الکتریکی مشابه یکدیگر را دفع میکنند.** این قاعده در بارهٔ بارهای الکتریکی غیر مشابه صادق نیست زیرا **بارهای الکتریکی غیر مشابه یکدیگر را جذب میکنند.** این دو قاعده را باید دقیقاً بخاطر بسپاریم والا باید دست از ادامهٔ مطالعه در بارهٔ اتمها بشوئیم زیرا بدون توجه باین دو مفهوم اساسی بسیاری از چیزهائی که بعدا باید بیاموزیم غیرقابل فهم خواهد شد.

با آزمایش سادهای که در شکل ٤ نشان داده شده میتوان دلائل ومدارك بیشتری دربارهٔ جنس ووضع بارهای الکتریکی بدست آورد. دراین شکل می بینیم دو توپ پینگ پونك که از ورقه بسیار نازك طلائی(۱۱) پوشیده شده بوسیله سیم نازکی آویخته شده اند. این توپها معمولا ازنظر الکتریکی خنثی هستند ودرنتیجه بحال سکون و در حال تماس با هم باقی میمانند. حال اگر بهر دو توپ بارالکتریکی مثبت یا منفی بدهیم از یکدیگر دور میشوند. ولی اگر بیکی بار مثبت وبدیگری بار منفی بدهیم یکدیگر را بشدت جذب میکنند.

۱۱- منظور همان ورقه‌های طلائی است که برای اعلان نویسی مصرف میشود وقبلا شرح دادیم. ما که دسترسی بورقه های طلائی نداریم ممکن است توپ را ابتدا بچسب آغشته کرده وبعدروی آن گرد بسیار نرم ذغال قرع بپاشیم. ذغال قرع همان میله های ذغالی وسط قوه چراغ است. خلاصه منظور اینست که این توپها هادی بشوند وضمناً سنگین هم نشوند.

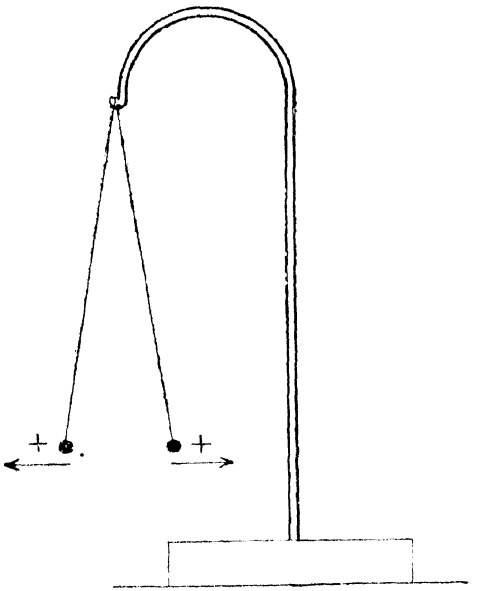
مترجم



شکل ۴ـ توپهای پینگ‌پونگ که بایک روکش طلائی بسیار نازك پوشیده شده وبمفتول‌های بسیار نازکی آویزان شده باشند خاصیت جذب ودفع الکتریکی‌را نشان خواهند داد. برای‌بار کردن توپها بطریقی که درمتن کتاب مندرج‌است عمل‌میکنیم.

اکنون علت‌جداشدن ورقه‌های‌الکتریسیته‌نما دراثر بار الکتریکی بآسانی فهمیده میشود باین‌ترتیب که دراین دستگاه یك‌ورقه‌ی‌نازك‌فلزی داریم که حامل‌یکنوع بار الکتریکی‌است (ممکن است + یا ـ باشد) این ورقه تا خورده و تبدیل بدو ورقـه میشود که همان‌دو ورق فلزی الکتریسیته‌نمامیباشد. (ممکن‌است ازاول‌دو ورقه‌ی جداگانه گرفت)این دوورق ازیکطرف بهم‌چسبیده ومابقی قسمتهای‌هردوورقه آزادومتحرك است لهذا پس‌از دریافت یکنوع‌بارالکتریکی ازیکدیگردورمیشوند.

یك الکتریسیته نمای عملی‌تر و آزمایشگاهی درشکل ٦ نشان‌داده شده . این اسباب بااینکه ازمواد ساده وارزان تهیه وخیلی‌هم ساده‌ساخته شده طوری‌است که میتوان میزان بهم‌نزدیك شدن ورقه‌های دستگاهرا اندازه گرفت وچنانکه بعداً خواهیم دید ازاین‌اندازه گیری میزان قدرت رادیواکتیویته‌ی ماده‌ی‌مورد آزمایش بدست‌میآید .



شکل ٦ـ برای نشان‌دادن نیروی جاذبه ودافعه‌ی بارهای الکتریکی ممکن است بادو گلوله‌ی کوچك که از مغز اسفنجی شکل و پوك شاخه‌ی بعضی درختان (مثل درخت‌بید) ساخته و بارشته‌های ابریشمی نازکی آویزان شده باشند آزمایش کرد . (گلوله های چوب پنبه‌ای‌بزرگی یك نخودرانیز بخوبی میتوان برای‌این آزمایش بکاربرد . مترجم)

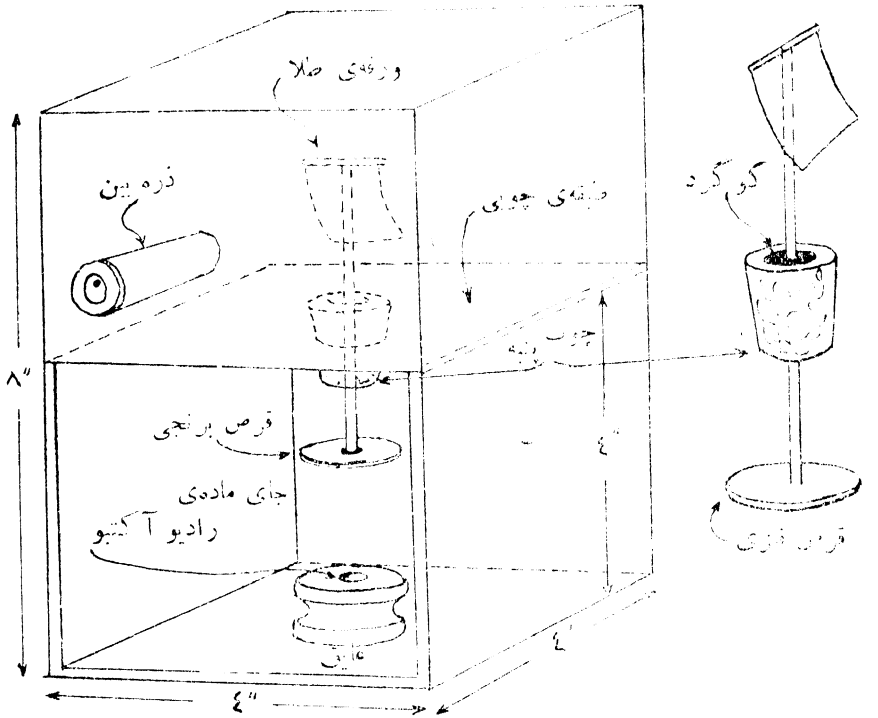
اندازه‌ی ابعاد این‌الکتریسیته نمامهم نیست‌وتمام جزئیات‌ساختمانی آنرا ازروی‌شکل‌میتوان دریافت . جعبه‌ی‌دستگاه‌راممکن‌است‌ازتخته‌ی سه‌لائی لاك‌الکلی شده ساخت تامانع‌جمع‌شدن رطوبت زیاد دردستگاه

بشود . قطعات تخته سه‌لائی را بامیخ‌های کوچکی بهم وصل میکنیم

چنانکه ازروی‌شکل پیداست یك نوار طلائی نازك بسر میله‌ی برنجی کوچکی چسبیده‌است وانتهای تحتانی این میله‌ی برنجی بیك قرص برنجی کوچك وصیقلی متصل است. بهتراست این دستگاه را نزد اعلان نویس (کسانیکه اعلانهای طلائی روی شیشه پنجره مغازه‌ها میچسبانند .) ببریم تاورقه‌ی طلارا بوسیله یك قطره‌ی کوچك ازلاك الکل بمیله‌ی برنجی وصل کند . جعبه‌راهم بایدهمراه برد تابعداز نصب ورقه‌ی طلا از آن حفاظت نماید .

چنانکه درشکل ٦ ملاحظه میشود یك طبقه‌ی چوبی وسط جعبه قراردارد بطوریکه جعبه را بدو قسمت فوقانی وتحتانی تقسیم میکند میله‌ی برنجی بهنگام عبور ازاین طبقه‌ی چوبی باید بوسیله‌ی عایق کاملا از آن مجزی شود . برای اینکار ابتدا میله‌ی مزبور را ازچوب پنبه‌ای میگذرانیم ودورتادور سوراخ چوب پنبه‌را گوگرد ذوب شده میریزیم (در حقیقت گوگرد فاصله‌ی بین میله وسوراخ چوب پنبه‌را پر میکند) بعد طبقه‌ی چوبی مشروح درفوق را بقدر چوب پنبه سوراخ کرده چوب پنبه را در آن کار میگذاریم وبدین ترتیب میله‌ی برنجی بدون آنکه بسا طبقه‌ی چوبی تماس داشته باشد از آن عبور میکند . گوگرد را ممکن است بملایمت گرم کرد تاذوب شود وسپس آنرا درفضای بین میله و چوب پنبه ریخت . باید دقت کرد که گوگرد پس از ذوب خیلی حرارت نه بیند زیرا حرارت زیاد بخواص عایق بودن گوگرد لطمه میزند . وقتی ورقه طلابار خودرا ازدست داد بجای اولش یعنی بطرف میله‌ی برنجی که بآن متصل است برمیگردد . دراین

حالت برای تشخیص حرکات بسیار جزئی آن ممکن است دستگاه ابایك ذره‌بین کوچك که دریك لوله‌ی برنجی یافلزی دیگری قرار دارد مجهز نمود بطوریکه برای میزان کردن ذره بین بتوان لوله را بطرف داخل وخارج حرکت داد .



شکل ٦ ـ اجزاء یك الکتریسیته‌نمای کاملی که ممکن است در تجربیات مربوط به تابش‌ها و انرژی اتمی مورد استفاده قرار گیرد .
(") علامت اینچ است و هر اینچ معادل ۲٫٥٤ سانتی متر میباشد . مترجم

برای مقایسه‌ی میزان حرکت ورقه‌ی طلا در آزمایش های مختلف احتیاج بیك صفحه‌ی مدرج داریم که درعقب ورقه‌ی طلا قرارداشته باشد وازروی آن بتوان محل ورقه‌ی طلارا معین کرد . بدین منظور درجه‌بندی مزبور را روی شیشه‌ی معمولی رسم میکنیم (بامرکب چین) واین شیشه‌را که

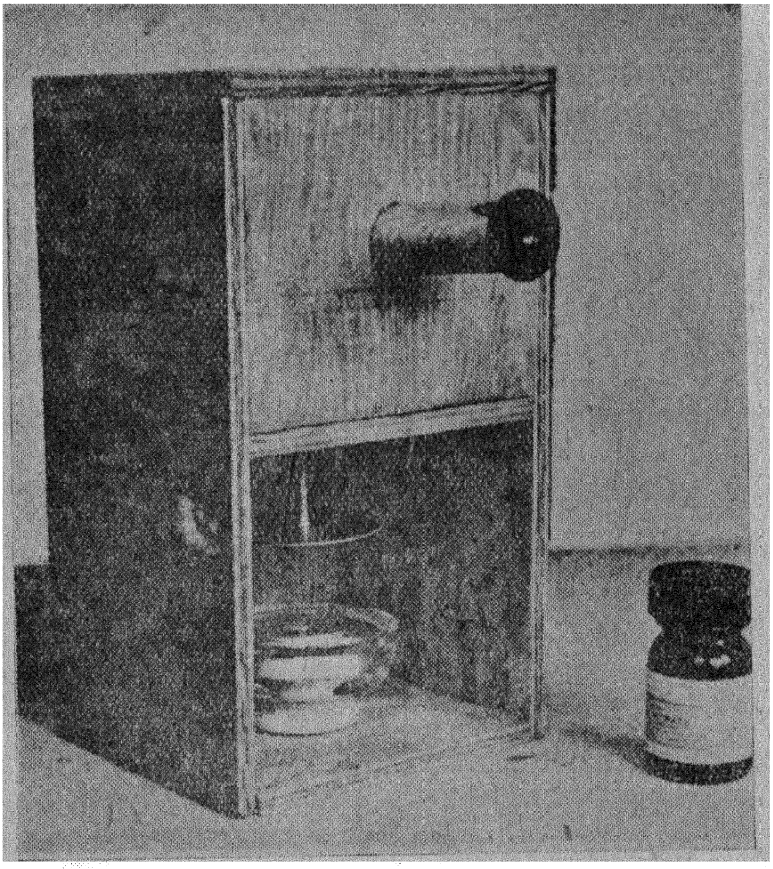
بمنزله‌ی پنجره نیز میباشد روی سوراخی که دردیواره‌ی عقب جعبه تعبیه شده نصب مینمائیم .

اطاق تحتانی جعبه نیز (که باطاق ایونیزاسیون موسوم است) دارای یك دیواره‌ی متحرك شیشه‌ای است پس از بار کردن الکتریسیته نمونه از همین پنجره‌ی شیشه‌ای نمونه‌ی ماده‌ی رادیو آکتیو را در این اطاق میگذارند . اشعه‌ایکه ازاین ماده‌ی رادیو اکتیو خارج میشود هوای اطاقرا هادی میکند . هوای هادی شده بباراالکتریکی ورقه طلا اجازه میدهد که بخارج تراوش کند .

سرعت این تراوش بستگی دارد بدرجه‌ی رادیو آکتیو تیه‌ی نمونه‌ی(۱۲) مورد آزمایش که دریك ظرف عایق مستقیماً زیر قرص برنجی که بانتهای میله‌ی برنجی متصل است گذاشته میشود . مقدار کمی از برمور رادیوم میتواند ورقه‌ی طلا را فوراً بطرف میله برگرداند اما اگر نمونه‌های ضعیف مواد رادیو آکتیو در آزمایش مصرف شود ممکن است ورقه‌ی طلا مدت نیمساعت یا بیشتر بارالکتریکی خودرا نگاه‌دارد .

تمام بارهای الکتریکی ، صرفنظر از میزان قدرت و محل جمع شدن آنها ، دراثر «حضور» یا «غیاب» واحدی کوچکتر از اتم بوجود آمده‌اند. این واحد کوچکتر ازاتم، که یکی از اجزاء مشکله‌ی تمام اتم‌ها میباشد، کوچکترین ذرات عالم است والکترون نامیده میشود . الکترون درحقیقت واحدالکتریسیته‌ی منفی است .

۱۲- نمونه‌هائی ازکارنوتیت را که یك سنك معدنی رادیو اکتیو است میتوان ازاغلب مغازه‌های بزرك مواد شیمیائی تهیه کرد. مؤلف



شکل ۷ـ الکتریسیته نمائیکه جزئیات آن در شکل ٦ نشان داده شده.

در مقابل این الکترونها که آحاد ساختمانی تمام اتمهای ماده‌اند عده‌ی بیشمار دیگری از الکترونها آزاد و سرگردانند. وقتی عده‌ای ازاین گروه الکترون آزاد درجسمی جمع شود آن جسم بار منفی پیدامیکند ولی وقتی آنها ازجسمی بیرون بروند ممکن است آن جسم دارای بارمثبت بشود. عجیب تر آنکه وقتی این الکترونها مجتمعاً و گله‌وار ازسیمها بگذرند جریان برق رادرست میکنند که ما معمولا آنرا الکتریسیته

یا برق» مینامیم . هرقدر تعداد آنها که از یك سیم میگذرند زیادتر باشد شدت جریان (آمپراژ) برق زیادتر و در نتیجه قدرت انجام کار آن بیشتر است هرقدر سرعت عبور الکترونها زیادتر باشد اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ) بیشتر میشود . گاهی اوقات سرعت الکترونها بحدی زیادمیشود که بفضا میپرند و تولید جرقه میکنند . همچنین ممکن است در ولتاژ (سرعت) کم عده‌ی الکترونهائیکه از سیم میگذرد بقدری زیاد باشد که برای ذوب و آمیختن فلزات بایکدیگر بکار رود (مثلا در مورد جوشکاری).

باری ، پیش از آنکه مطالب بیشتری در باره‌ی الکترون و چگونگی کشف آن بیاموزیم . بیائیم رابطه‌ی عجیب بین الکتریسیته و آهنربائی را کشف کنیم .

فصل دوم

آهنربائی
یا
برادر الکتریسیته

میدانیم که بارهای الکتریکی، صرفنظر ازجنس واقعی آنها، در هرحال مطلقاً نامرئی هستند وفضای فاصل مابین دوجسم باردار(۱۳) یك نوع خاصیت مرموزی پیدامیکند وهمین خاصیت مرموز است که بصورت نیروی جاذبه یا دافعه بین دوجسم مزبور بروز میکند. این امر درباره‌ی آهنربائی نیز صادق است بدین معنی که در این مورد نیز ملاحظه میکنیم که این نیروی جاذبه یا دافعه‌ی نامرئی درفضا حکمفرماست. همچنین رابطه‌ی شگفت انگیز ومرموزی بین آهنربائی وبارهائی الکتریکی، یا بهتر بگوئیم، بین آهنربائی والکتریسته (ساکن یاجاری) موجود است.

۱۳- جسم باردار یعنی جسمیکه دارای بار الکتریکی مثبت یامنفی باشد. مترجم

آهنربائی نیز جزئی از سریشمی است که ماده‌را بهم‌چسبیده واستوار نگاه میدارد (۱٤) ودر ساختن و کنترل مواد رادیو اکتیو رل بزرگی را بازی میکند.

اگر ما سابق براین درباره‌ی آهنربائی فکر کرده‌باشیم، این‌فکر محتملا همراه بافکر نیروی‌جاذبه بوده‌است وبس. یعنی آهنربائی‌و نیروی جاذبه دومفهومی هستند که باهم بذهن‌میرسند.

کمتر کسی‌است که در بچگی آهنربای کوچك نعلی‌شکل (۱۵) را ندیده وازقدرت شگفت‌انگیز آن که میخ‌هارا جذب‌وقطعات‌نسبتاًسنگین آهن وفولادرا بلندمیکند مبهوت نشده‌باشد.

شایدمعلومات قبلی‌ما درباره‌ی آهنربائی منحصر بهمین آزمایش های ساده فوق‌باشد ولی‌باید دانست که اینها فقط جزئی از یك داستان دلکش‌است وتنها آهن وفولادنیستند که دارای خاصیت عجیب آهنربائی میباشند. هرگاه جریان‌برق (متصل یامتناوب) (۱٦) ازسیمی بگذرد یك

---

۱٤ ـ در مورد بار الکتریکی هم همین مطلب را بیان کردیم. مترجم.

۱۵ ـ آهن‌ربای نعلی شکل آهن‌ربائی است خمیده بشکل‌نعل‌اسب و گاهی‌هم بشکل۷ که‌پینه‌دوزها و کفاش‌ها برای جمع کردن میخها ازروی زمین ازآن استفاده میکنند. مترجم

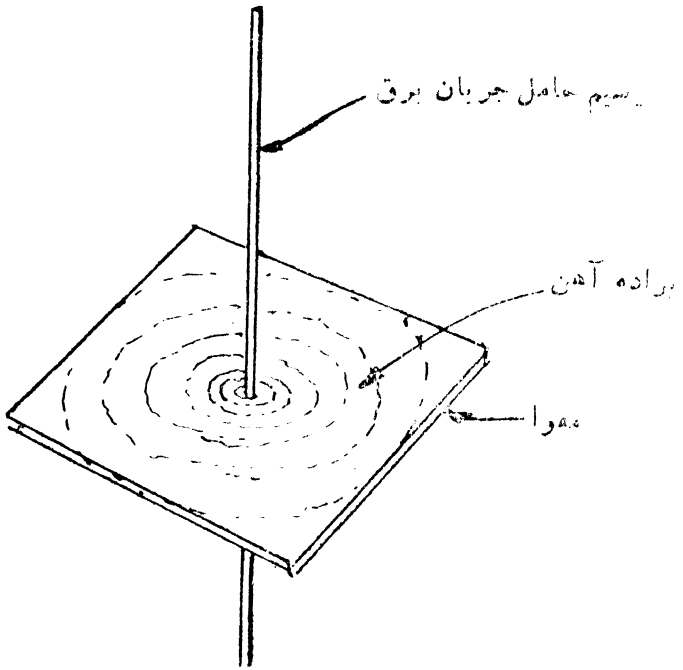
۱٦ ـ چنانکه درفصل گذشته‌دیدیم جریان برق‌چیزی جزعبورالکترون های‌آزاد درسیم‌ها نیست. اگر این الکترنها (یعنی باصطلاح جریان برق) دائماً از یکطرف سیم بطرف دیگر بروند یعنی جهت حرکتشان تغییر نکند این جریان برق‌را جریان متصل میگویند مانند جریان برقی که ازقوهٔ چراغ‌جیبی یاباتری اتومبیل حاصل میشود. ولی‌اگر الکترون ←

اثر مغناطیسی (که‌میدان نامیده میشود) دراطراف آن سیم برقرار و در فضا پراکنده‌میشود مرکزاین میدان همان‌سیم است وهرچه ازسیم‌دورتر شویم ضعیف‌تر میگردد (شکل۸) .

همانطور که درفصل پیش درمورد اجسامیکه دارای‌بار الکتریکی هستند شرح‌دادیم‌دراینجانیز میدان‌تشکیل شده‌است ازانگشتهای‌مرموز ونامرئی که ازیك‌جسم مغناطیس بطرف‌جسم دیگری که نزدیکی آن قراردارد درازمیشود و نیروی جاذبه یادافعه بآن‌وارد میسازد . در مورد مغناطیس نعلی‌شکل معمولی یاتیغه‌ی مغناطیسی (۱۷)این‌انگشتهای‌نامرئی (که‌علماء آنها را خطوط قوای مغناطیسی‌نامیده اند) بمیدان مغناطیسی موسوم است . ولی آهنربائی یامیدان‌مغناطیسی که‌دراطراف یك‌سیم‌حامل جریان‌برق تشکیل‌میشود بمیدان« الکترومغناطیسی » (الکترومنیتیك) موسوم است زیرا ، همانطور که میدانید ، این‌میدان بر اثر عبور جریان برق ایجادشده است .

هائیکه جریان برق‌را میسازند گاهی ازیکطرف وزمانی ازطرف دیگر درسیم حرکت کنند یعنی رفت‌وآمد کنند وجهت‌حرکت خود را تغییر دهند (باصطلاح درسیم نوسان بکنند) این‌جریان برق‌را متناوب گویند مانند جریان برق‌شهر تهران واغلب قریب باتفاق شهرهای دنیا . اگر یك‌سیم را که حامل جریان برق‌متناوب است بوضع افقی مقابل چشم خود درنظر بگیریم جریان برق گاهی از چپ براست و زمانی ازراست به چپ از آن عبور میکند .

۱۷- آهنربائی‌است بشکل مکعب‌مستطیل که‌طولش زیادوعرضش کم وضخامتش خیلی کمتر است وتقریباً مانند یك‌خط کش‌است .



شکل۸ـ اگر سیمی که حامل جریان برق است از صفحه‌ی مقوائی عبور کند و روی صفحه‌ی مزبور مقداری براده‌ی آهن بپاشیم ذرات براده‌ی آهن چنانکه در شکل دیده میشود بصورت دوایر متحدالمرکزی دورتا دورسیم حلقه میزنند . این‌دایره‌ها درواقع‌شکل میدان مغناطیسی نامرئی را که‌بدورسیم تشکیل‌شده مجسم‌میسازد

چندآزمایش بسیارساده باتیغه‌های مغناطیسی بما نشان میدهدکه رابطه‌ی عجیبی‌بین آهنربائی والکتریسیته موجوداست . البته‌بایددانست که‌الکتریسیته تاحدودیکه درزندگی عادی وروزانه بکار میرود با آهنربائی بستگی داشته ووجود یکی بدون‌دیگری غیرممکن است .

تشابهی که توجه مارا بخود جلب‌میکند دراینست که آهنربائی‌نیز مانند الکتریسته‌هم میتواند نیروی جاذبه واردآورد و هم نیروی دافعه، درصورتی که ما اغلب گمان میکردیم که مغناطیس‌ها فقط قدرت جاذبه دارند.

چنانکه دیدیم اجسامی که دارای بار الکتریکی هستند ممکنست بار آنها مثبت یا منفی باشد مغناطیس‌ها نیز هرشکلی که باشند یك قطب «شمال» و یك قطب «جنوب» دارند. این شمال وجنوب لغات جغرافیائی نیستند ومعنی جغرافیائی ندارند. کره‌ی زمین نیز مانند یك مغناطیس است ویك قطب شمال ویك قطب جنوب دارد. (۱۸)

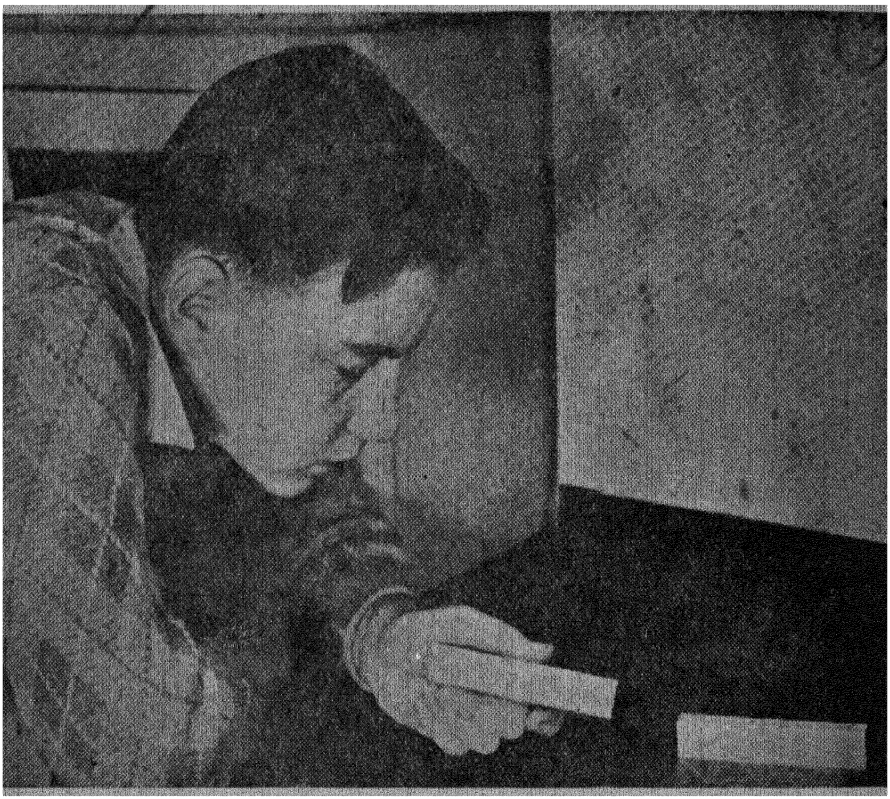
وقتی قطب شمال یك مغناطیس را بقطب جنوب مغناطیس دیگری نزدیك کنیم یکدیگر را با نیروی قابل ملاحظه‌ای جذب میکنند که ممکنست از نیروی وزن جسم هم بیشتر باشد (شکل ۹) ولی هنگامی که قطب‌های جنوب دو مغناطیس را مقابل هم قراردهیم نیروی وازنش و دافعه بظهور میرسد. اگر مغناطیس‌ها قوی باشند این نیروی دافعه ممکن است بقدری زیاد شود که یکی ازدو مغناطیس راکه آزاد است (۱۹) بهوا پرتاب کند. با یك قطب‌نمای معمولی جیبی (۲۰) وبا یك پیل خشك (۲۱) به

۱۸ـ کره‌ی زمین دارای یك قطب شمال ویك قطب جنوب جغرافی است و نیز یك قطب شمال ویك قطب جنوب مغناطیسی دارد ولی این قطب های جغرافیائی منطبق برقطب های مغناطیسی زمین نیستند بدین معنی که قطب جنوب مغناطیسی زمین خیلی نزدیك بقطب شمال جغرافیائی قرار دارد وقطب شمال مغناطیسی زمین خیلی نزدیك بقطب جنوب جغرافیائی واقع است. مترجم

۱۹ـ چنانکه درشکل ۹ ملاحظه میکنید یکی ازدومغناطیس دردست آزمایش کننده و مغناطیس دیگری روی‌میز است، منظور ازمغناطیس آزاد همان است که روی‌میز است ودراثر نیروی دافعه کم کم بعقب میرود وازمیز میافتد. مترجم

۲۰ـ قطب‌نما همان قبله نما است. پشت بعضی از مداد تراش ها قطب‌نما درست کرده‌اند ومی‌توان برای آزمایش از آنها استفاده کرد. مترجم.

۲۱ـ پیل خشك همان قوه های چراغ جیبی است. باقوه چراغ بخوبی میتوان آزمایش کرد. مترجم



شکل ۹- آزمایش بادومغناطیس فولادی تیغه‌ای . هنگامیکه قطب های شمال دومغناطیس‌را بهم نزدیك کنیم یکدیگررا پس‌میزنند و بعقب‌میرانند. ولی وقتی قطب شمال یك مغناطیس‌را بقطب‌جنوب مغناطیس دیگر نزدیك کنیم یکدیگررا جذب میکنند .

آسانی میتوانیم این رابطه‌عجیب ومرموزی که بین الکتریسیته‌وآهن‌ربائی موجوداست نشان دهیم. چنانکه در شکل ۱۰ دیده میشود یك قطعه سیم (۲۲) را بقطب مثبت یا منفی (۲۳) یك پیل وصل میکنیم و

۲۲- روکش‌داشتن یانداشتن سیم تأثیری درآزمایش ندارد . ولی بهتر است‌همیشه باسیم‌های‌روکش‌دار آزمایش کنیم که ازاتصالی‌جلوگیری شود . مترجم

۲۳- پیل که عوام آنراقوه میگویند دارای دوسر است که سیم را

قطب‌نما را زیرسیم مزبور میگذاریم (بطوری که امتداد سیم درست موازی با امتداد عقربه قطب‌نما باشد). حال اگر سر دیگر سیم را بقطب دیگر پیل وصل نمائیم تاجریان برق در سیم برقرارشود ملاحظه‌میکنیم که‌عقربه‌ی قطب‌نما بشدت حرکت خواهد کرد. دراین آزمایش جریان برقی که ازسیم میگذرد دراطراف سیم یك میدان مغناطیسی (٢٤)ایجاد می کند بنابراین میتوان گفت که الکتریسیته‌تولیدآهنربائی می کند. آیا عکس این موضوع نیز درست است یانه ؟ یعنی آیاآهنربائی نیز میتواند الکتریسیته تولید کند ؟

اگر بشکل١١ توجه کنیم ملاحظه خواهیم کرد کـه البته آهن‌ربائی نیزمیتواند جریان برق‌ایجاد کند: مطابق شکل ١١ قرقره سیم‌پیچ (٢٥) کوچکی درست کرده(٢٦) دوسر سیم آنرا چند متر دورترمیبریم ودرآنجا بیك سیم‌پیچ دیگر(٢٧) که ممکن است دارای یك یاچندحلقه

→

بآن وصل میکنند. این دوسررا دوقطب‌پیل میگویند. یکی از آنهارا قطب منفی میگویند وآن‌قطبی است که جریان برق (یعنی الکترونها) ازآنجا بیرون‌آمده وارد سیم میشود. قطب دیگررا قطب مثبت مینامند. مترجم.

٢٤ـ چنانکه دیدیم میدان مغناطیسی که دراطراف سیم برق تولید میشود بهتر است میدان الکترومغناطیسی نامیده شود. مترجم

٢٥ـ قرقره‌سیم‌پیچ یابطور خلاصه سیم‌پیچ مانند قرقره نخ یا کلاف نخ است منتهی بجای نخ ازسیم روکش‌دار نسبتاً نازك ساخته‌شده ممکن است سیم‌پیچ‌را روی‌یك قرقره چوبی پیچید یا ممکن است خود سیمها را مانندچنبره روی‌هم‌بپیندیم مانندشکل ١١ . مترجم

٢٦ـ درشکل١١ آنرا قرقره نمرا نامیده‌ایم. مترجم

٢٧ـ سیم‌پیچ نمره٢. مترجم



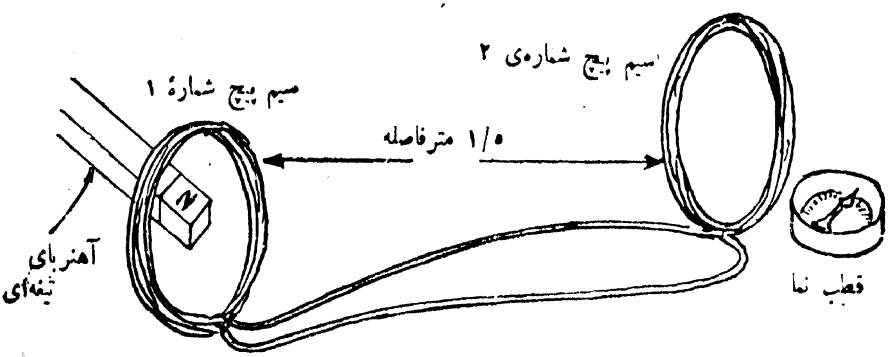
شکل ۱۰ـ بمحض واردشدن جریان برق درسیم ، عقربه‌ی قطب‌نمامنحرف میشود و باین‌وسیله میتوان نشان داد که سیم حامل جریان برق مانند یك مغناطیس میتواند عقربه‌ی مغناطیسی رامنحرف سازد.

باشد وصل میکنیم باید فاصله بین دوقرقره سیم پیچ مزبور بقدری باشد که آهنربائی که درنزدیکی سیم پیچ اولی قرارمیدهیم بر قطب‌نمائی که درنزدیکی سیم پیچی دومی میگذاریم اثر نکند .

اکنون یك مغناطیس تیغه‌ای یا نعلی شکل (۲۸) اختیارکرده آن

۲۸ـ بهتر است بامغناطیس تیغه‌ای آزمایش کنیم . اگر ناچار باشیم که بامغناطیس نعلی‌شکل آزمایش کنیم باید حتی‌الامکان بایکی از قطب های آن آزمایش کنیم . مترجم

را درنزدیکی سیم پیچ (سیم‌پیچ ۱) حرکت میدهیم (۲۹) اگر در همین حال به قطب نمائی که خیلی نزدیك به سیم پیچ نمره۲ گذاشته‌ایم نگاه کنیم می‌بینیم که هروقت ما مغناطیس را درمقابل سیم‌پیچ نمره ۱ بحرکت درآوریم عقربه قطب‌نما نیز حرکت وجهش میکند و باین ترتیب معلوم میشود که جریان برق درسیم پیچ‌ها برقرار شده است . این جریان فقط هنگامی که مغناطیس را درمقابل سیم‌پیچ نمره‌ی۱ حرکت میدهیم ایجاد میشود، بدین‌معنی که اگر مغناطیس را بالای سیم پیچ بدون حرکت نگاه داریم جریانی تولید نمیشود . ازهمین آزمایش درمورد تولید جریان‌برق



شکل ۱۱ـ این آزمایش رابطه‌ی آهنربائی و برق‌را نشان میدهد . وقتی آهنربارا وارد سیم‌پیچ شماره‌ی ۱ بکنیم عقربه‌ی قطب نمائی که نزدیك سیم‌پیچ‌شماره‌ی۲ است حرکت میکند و بدین ترتیب معلوم میشود که در هردوسیم‌پیچ جریان‌برق برقرار شده است . اماوقتی آهنربارا بیحرکت نگاه‌داریم هیچ‌جریانی ازسیم‌پیچ‌ها نخواهد گذشت .

۲۹ـ مغناطیس‌را بهتر است طوری بدست گرفت که عمود برسطح قرقره سیم پیچ باشد و بعد باسرعت هرچه بیشتر که ممکن است طوری حرکت داد که امتداد حرکت‌نیز عمود برسطح قرقره باشد و بزبان‌ساده تر باید مغناطیس‌را طوری حرکت داد که قطبهای آن به‌قرقره نزدیکتر و یادورتر بشود . مترجم

بوسیله‌ی دینامو(۳۰) استفاده میشود .



شکل۱۲ـ وقتی جریان برق[۱] از باتری وارد قرقره سیم[۲] پیچی که آویزان است بشود سیم پیچ مزبور حکم‌یك آهنربا را پیدا میکند بدین معنی که بین آن و آهنربائیکه دردست آزمایش کننده است نیروی جاذبه یا دافعه رد وبدل میشود (البته بسته باینکه کدام قطب آهن‌ربا به‌قرقرهٔ سیم‌پیچ نزدیکتر باشد)

۳۰ـ دینامو که باختصاردینام هم گفته‌میشود ماشینی است که اگر آنرا بگردانیم جریان برق تولید میکند مانند دینام دوچرخه و دینام اتوموبیل . مترجم

بوسیله آزمایشهای بسیارساده‌ای ثابت کردیم که‌الکتریسیّته تولید آهنربائی میکند و آهنربائی نیز بنوبه‌ی خود تولید الکتریسیته مینماید. پس چنین بنظر میرسد که این دو تا مانند خواهر و برادر یکدیگر میباشند.

قبلا بیان کردیم که الکتریسیته‌ی ساکن یا جاری از الکترون ها تشکیل شده است. درمورد الکتریسیته جاری این الکترون‌ها باسرعت زیاد درسیم حرکت‌میکنند ولی‌درمورداجسامیکه دارای بار الکتریکی هستند الکترونها بحال سکون در آن‌جسم مجتمع شده‌اند.

چنانکه درشکل ۱۱ مشاهده میشود، یك‌مغناطیس‌را ممکن است مانند یکنوع تلمبه برای بحرکت در آوردن الکترونها بکار برد ولی همینکه جریان الکترونها یعنی جریان برق شروع شد، این الکترونها نیز بنوبه‌ی خود خاصیت مغناطیسی تولید میکنند که دور سیم‌را احاطه کروه میدانی‌راتشکیل میدهد.قدرت این‌میدان آهنربائی بتعدادالکترن هائیکه درهرثانیه ازسیم میگذرند بستگی دارد.

الکترونهائیکه بحال سکون در اجسام باردار قرار دارند از این میدانهای مغناطیسی تولید نمی کنند.

فصل ستوم

کشف الکترون

هرچند که پیش ازسال ۱۸۸۰ عده بسیاری از دانشمندان بر این عقیده بودند که ماده بالاخره بطریقی با الکتریسیته بستگی نزدیك دارد معهذا برای تائید نظریاتشان هیچگونه آزمایشی نمیتوانستند بعمل آورند. درحدود همین سال بود که سر ویلیام کروکس (۳۱) و پروفسور ج.ج. تامسن (۳۲) در آسمان علوم ظاهر شدند. نام وعمل آنها مانند رعدی در آسمان قرنهای آینده نیز خواهد پیچید. اساس نظریه‌ی الکترونی در نتیجه‌ی زحمات آنها وتا اندازه‌ای دراثر کوششهای سایرین، وضع گردید.

پیش از ظهور این دو دانشمند تجربه پیشه آنچه که بعنوان نظریه‌ی اتمی شناخته شده بود مورد قبول عموم دانشمندان بود. کتابهای شیمی

۳۱ـ Sir William Crookes سر ویلیام کروکس (۱۹۱۹ـ ۱۸۳۲) فیزیکدان وشیمی دان انگلیسی.

۳۲ـ Sir Joseph John Thomson (۱۹۴۰ـ۱۸۵۶) فیزیکدان انگلیسی، وی بمناسبت آزمایش هائیکه در فوق شرح داده شده برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۰۶ شناخته شد. کشف الکترون، تعیین جرم آن و بسیاری از تئوریهای ریاضی درباره‌ی مغناطیس و الکتریسیته مرهون زحمات این دانشمند است. مترجم

آنروز ماده‌رامنحصرامتشکل‌ازاتمهائی میدانستند واین‌اتمها کوچکترین ذراتی بودند که تاآنروز شناخته شده بود .این نظریه درحقیقت حدس وگمانی بیش نبودوآنچه‌درباره‌ی اتم میدانستند بدین قرار بود :« کسی نمیتواند یك اتم را ببیند زیرا اتمها کوچکتر ازآنند که‌بتوان آنها رادید. تعداد عناصری(۳۳) که شناخته شده هشتاد واندی میباشد وهر عنصر از اتمهای مخصوصی بخود تشکیل‌شده مانند اتمهای سرب ـ مس ـ اکسیژن وغیره. بعضی‌ازاتمهاسنگین‌تر وفعال‌تر (بمعنی شیمیائی) (۳۴)ازاتمهای دیگرند. عناصر مبانی‌اولیه‌ی‌خلقتند بدین معنی که جهان و هرچه در آن است ازاین عناصر وازترکیب این عناصر با هم، که اجسام مرکب نامیده میشود،تشکیل یافته است. مثلا وقتی‌عنصر ایدرژن‌باعنصراکسیژن‌ترکیب شود آب(H_2O)، که جسم مرکبی است، تولیدمیشود. نتیجه‌ی ترکیب اتم‌ها را با یکدیگر مولکول(۳۵) مینامند. ملکول آب بخصوص ساده است ولی بعضی‌مولکولهای دیگرازترکیب اتم‌های بیشتری تشکیل شده وبسیار پیچیده‌اند ». این بود ،بطورخلاصه، طرزفکر ما درباره‌ی اتم‌پیش

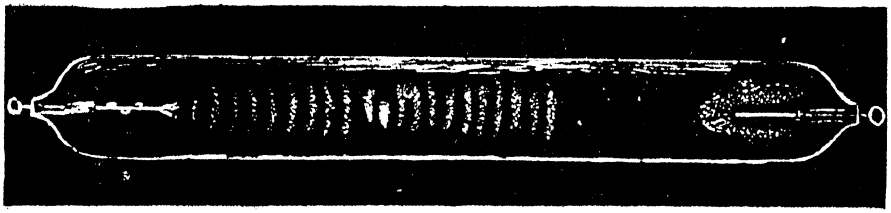
۳۳ـ عنصر یا «جسم‌ساده» بجسمی‌اطلاق میشود که ازراههای‌شیمیائی نتوان آنرا تجزیه کرده وازآن اجسام ساده‌تری بدست‌آورد مانندآهن، نقره، اکسیژن، ازت، گوگرد، فسفر وغیره. تعداد عناصریکه تاامروزدر طبیعت پیداشده درحدود ۹۶میباشد. این۹۶ عنصر بدودسته تقسیم میشود: فلزات و شبه فلزات. پس تمام فلزات مانند آهن، نقره، مس وغیره‌وتمام شبه‌فلزات ازقبیل اکسیژن، ازت، گوگرد، فسفروغیره جزوعناصر نودوشش گانه میباشند. مترجم

۳۴ـ یعنی بهتروزودتر باعناصر دیگر ترکیب میشوند. مترجم

۳۵ـ Molecule

ازپیدایش الکترون، که با وجـود قدرت عظیمش، کوچکترین ذره‌ی جهان میباشد.

البته پیش ازکشف الکترون نیز مغزهای محقق دائماً بدین فکر



شکل ۱۳ـ گایسلر، عالم تجربه پیشه‌ی آلمانی، کشف کرد که هرگاه ولتاژ (اختلاف سطح الکتریکی) خیلی زیاد باشد جریان برق میتوانه از لوله‌ایکه هوایشرا خالی کرده باشند بگذرد و در اینصورت نور سبز متمایل بآبی و کمرنگی ازاین‌لوله خارج میشود.

مشغول بودند که اتمها حقیقتاً چیستند و آیا ممکن است آنها خود نیز ازذرات کوچکتری ترکیب یافته باشند یا نه؟

گایسلر (۳۶) که فیزیکدان نسبتا ناشناسی بود، بسال ۱۸۶۰ یکی از زوایای تاریك فیزیك را روشن ساخت و آزمایش اوسرچشمه‌ی بسیاری ازنظریات کروکس گردید. بدین ترتیب که گایسلر یك لوله‌ی شیشه ای کوچك را ازهوا خالی کرد (یعنی تا آنجا که میتوانست هوای داخل لوله‌را بوسیله تلمبه خالی کرد) ودوالکترود (۳۷) (دوجسم هادی فلزی)

۳۶ـ Heinrich Geissler . هاینریخ گایسلر (۱۸۷۹ ـ ۱۸۱۴) مکانیسین ومخترع آلمانی. مترجم

۳۷ـ Electrode

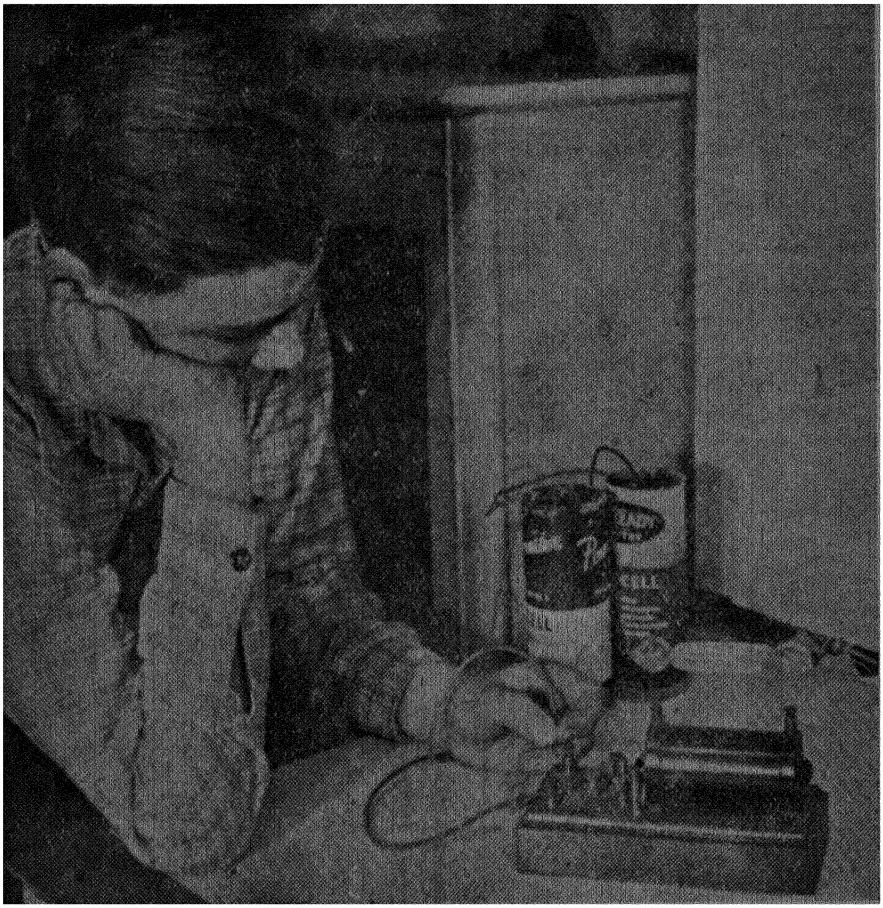
در آن کار گذاشت (۳۸). او میخواست بداند وقتی جریان برق بخلاء (۳۹) رسید چه وضعی پیدا میکند و آیا ممکن است از خلاء عبور کند یانه؟ گایسلر دریافت (شکل ۱۳) که درحال عادی جریان برق نمیتواند از خلاء عبور کند ولی وقتی که ولتاژ جریان برق را زیاد کرد بالاخره بحدی رسید که الکترون ها توانستند ازیك الکترود به الکترود دیگر بپرند (مقصود ما ازولتاژقدرت حرکت وفشار جریان برق است). گایسلر بانهایت تعجب ملاحظه کرد که وقتی الکتریسیته درفضای لوله بپرواز درآمد سبب شد که لوله روشن شده ویك نور آبی رنك خارق العاده بیرون بدهد.

البته این آزمایش بسیارعجیب و بهت آور بود.

بعد از آزمایش گایسلر چندان طولی نکشید که سر ویلیام کروکس همان آزمایش را بالوله های تخلیه شده انجام داد. او درباره‌ی نور آبی خارق العاده ایکه ازاین لوله ها بیرون میآمد بسیارفکر کرد و بسیاری از مردان اهل تجربه‌ی آن عصر نیز که از آزمایش کروکس باخبر شدند فوراً آنرا توجیه و تفسیر کردند. اینها عقیده داشتند که اتمهای ماده (منظور ماده‌ی الکترود هاست) در اثر الکتریسیته از جاکنده شده بفضای بین الکترودها که دردوسر لوله کار گذاشته شده پرتاب میشوند. دربارهٔ نوری

۳۸- چنانکه در شکل ۱۳ مشاهده میکنید لوله‌ی گایسلر یك لوله‌ی شیشه‌ای باریك و نسبتاً درازی است. هوای درون لوله را با تلمبه‌های مخصوص تخلیه‌ی هوا بقدری خالی میکنند که هوای باقیمانده در لوله بسیار کم باشد. الکترود ها دومیله‌ی فلزی هستند که معمولا از فلزی بنام Tungsten تنگستن (همان فلز درون لامپهای معمولی چراغ برق) تهیه میشوند. این دو الکترود را در دوسر لوله کار میگذارند. دو الکترود مزبور در داخل لوله بهم ارتباط ندارند و بین آنها فاصله است. مترجم

۳۹- جائی که خالی ازهوا باشد. مترجم

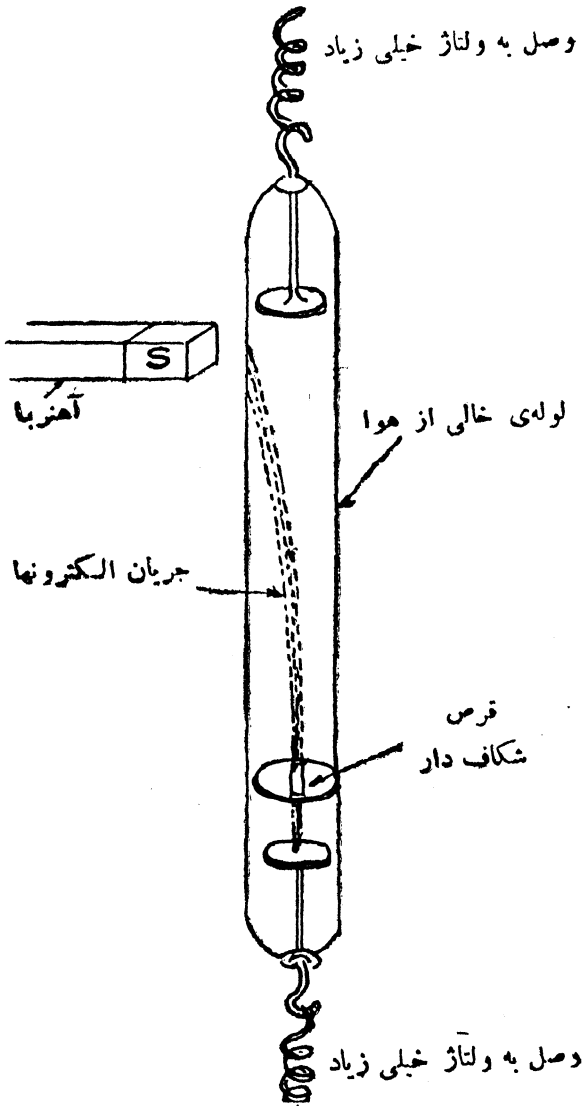


شکل ۱۴ـ بکار انداختن یك لوله‌ی گایسلر جدید بوسیله‌ی قرقره‌ی القا. لوله‌های گایسلر ارزان است و بجای قرقره‌ی القاء میتوان آنهارا با کوئیل اتومبیلهای فرد نیز بکار انداخت
(قرقره‌ی القا یاقرقره‌ی رومکورف را درفهرست لغات علمی آخر کتاب ملاحظه کنید . مترجم)

که تولیدمیشود میگفتند که قسمت اعظم آن مربوط به برخورداین اتمهابا اتمهای هوای کمی است که داخل لوله باقی مانده.

کروکس این توجیها ترا چندان قبول نداشت وفکرمیکرد چنین

تفسیر و بیانی فوق‌العاده ساده و بچگانه‌است . وی مدتها متمایل بجانب این عقیده بـود کـه مـاده دارای « حالت چهارمی » هم هست ، بنام



شکل ۱۵ـ از آزمایشهای اولیه درباره‌ی تخلیه‌ی الکتریکی در لوله های شیشه‌ای خالی ازهوا معلوم شد که بوسیله‌ی یك آهنربا میتوان جریان الکترونی را که درون لوله برقرار میشود ازمسیر عادی منحرف ساخت.

«ماده‌ی تابنده» (۴۰)، که‌از ذراتی تشکیل یافته است، (اگر واقعاً ذره باشد). باید دانست که برای ماده در آنزمان نیز مانند امروز سه‌حالت اصلی قائل بودند که‌عبارت بود از جامد ـ مایع و گاز. بنظر سر ویلیام کروکس «مادی تابنده» (یعنی حالت چهارم ماده) حالتی از ماده بود که‌از گاز بهمان اندازه رقیق تر باشد که گاز از مایع رقیق‌تر است (۴۱). خلاصه او برای ماده یك حالت بسیار «رقیق» نیز تصور میکرد.

کروکس، سپس آزمایشی بعمل آورد که‌از بزرگترین آزمایش‌های کلاسیك هر عصری محسوب میشود. پیش از آنکه بشرح این آزمایش بپردازیم لحظه‌ای بلوله‌ی کروکس (شکل ۱۵) بدقت نگاه کنیم. الکترود های فلزی را که‌در دو طرف لوله کار گذاشته شده‌می بینیم و دانستیم که‌وقتی هوای باقیمانده در لوله باندازه‌ایکه‌در لوله بحرکت در آمده‌اند برخورد کند نورانی میشود (جنس این ذرات هرچه میخواهد باشد).

باید دانست که تنها گازهای درون لوله (۴۲) نیست که‌نورانی می

---

۴۰ «Radiant matter» اصطلاحی است که‌ابتدا دانشمند انگلیسی بنام فارادی Faraday بسال ۱۸۲۰ بکار برد و بعد کروکس این تصور و این اصطلاح را پذیرفت. مترجم

۴۱ نظر فارادی و کروکس در این مورد درست نیست یعنی چنین حالتی از ماده وجود ندارد. البته نباید تصور کرد که مقصود این دانشمندان از «ماده‌ی تابنده» همانا ماده بصورت انرژی بوده‌است. مترجم

۴۲ ـ درون لوله‌ی گایسلر همانطور که‌میدانیم کمی هوا وجوددارد که مخلوطی است از گازهای اکسیژن و ازت (در هوا علاوه بر گاز های اکسیژن و ازت بخار آب و گاز کربونیك و هم چنین مقدار فوق‌العاده کمی از گازهای دیگری بنام هلیوم آرگون ـ کریپتون وغیره نیز یافت میشود). ممکن است در لوله گایسلر بجای هوا مقدار کمی از یکنوع گاز دیگر مثلا ←

شود بلکه ظاهراً برخی ازذرات که بسرعت حرکت میکنند بانتهای دیگر لوله رسیده بآنجا برخورد میکنند و در اثر این برخورد شیشه نیز بطرز خاصی درخشندگی پیدا کرده یك نوع نوری ازخود بیرون میدهد.

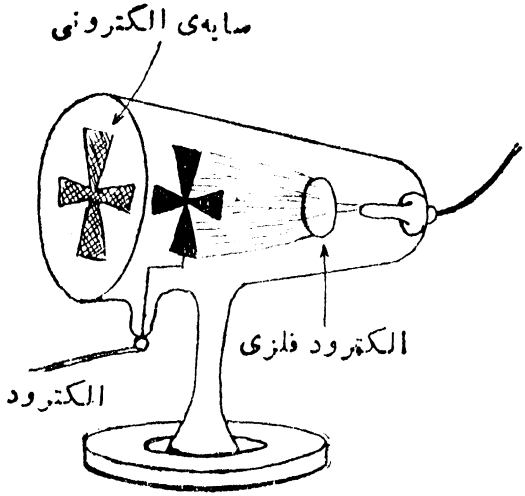
آیا این نور هم مانند نور معمولی تولید سایه میکند یا نه؟ این سئوالی بود که کروکس از خود کرد و بکمك اسبابیکه در عین سادگی مدبرانه ساخته شده بود (شکل ١٦) خود باین سئوال پاسخ داد او یك الکترود فلزی رابقسمی درلوله تعبیه نمود که سایه بیاندازد ودر نتیجه سایه واضحی در انتهای لوله ملاحظه کرد(٤٣). معهذا درباره‌ی جنس ذرات درون لوله هنوز نمیشد نظر قطعی اظهار کرد و کسی واقعاً نمیتوانست پدیده‌ای راکه بظهور میرسد (مقصود نورانی شدن لوله وساین انداختن است. مترجم) معلول وجود ذراتی بداند. کسی چه میدانست؟ شاید اینهم یك نوع نورجدیدی بود که تازه تولید شده بود.

آزمایشهای بعد، بطور قطع نشان دادند که آنچه درون لوله درحرکت است ذراتی هستند که باسرعت فوق العاده ای، بمیزان ٢٠٠٠٠ میل (٣٦٠٠٠

→

ایدرژن - ازت خالص - وغیره جای داد. رنگ نوریکه لوله‌ی گایسلر می دهد بسته بنوع گازیست در آن قرار دارد. لوله‌هائی که امروزه برای تابلو نویسی واعلان مصرف میشود مثل اعلانهای لوله‌ای سینماها و فروشگاه هائیکه (جنرال مد - لاستیك کلی) بخصوص درخیابانهای تهران دیده می شود از نوع لوله‌های گایسلر است. مترجم

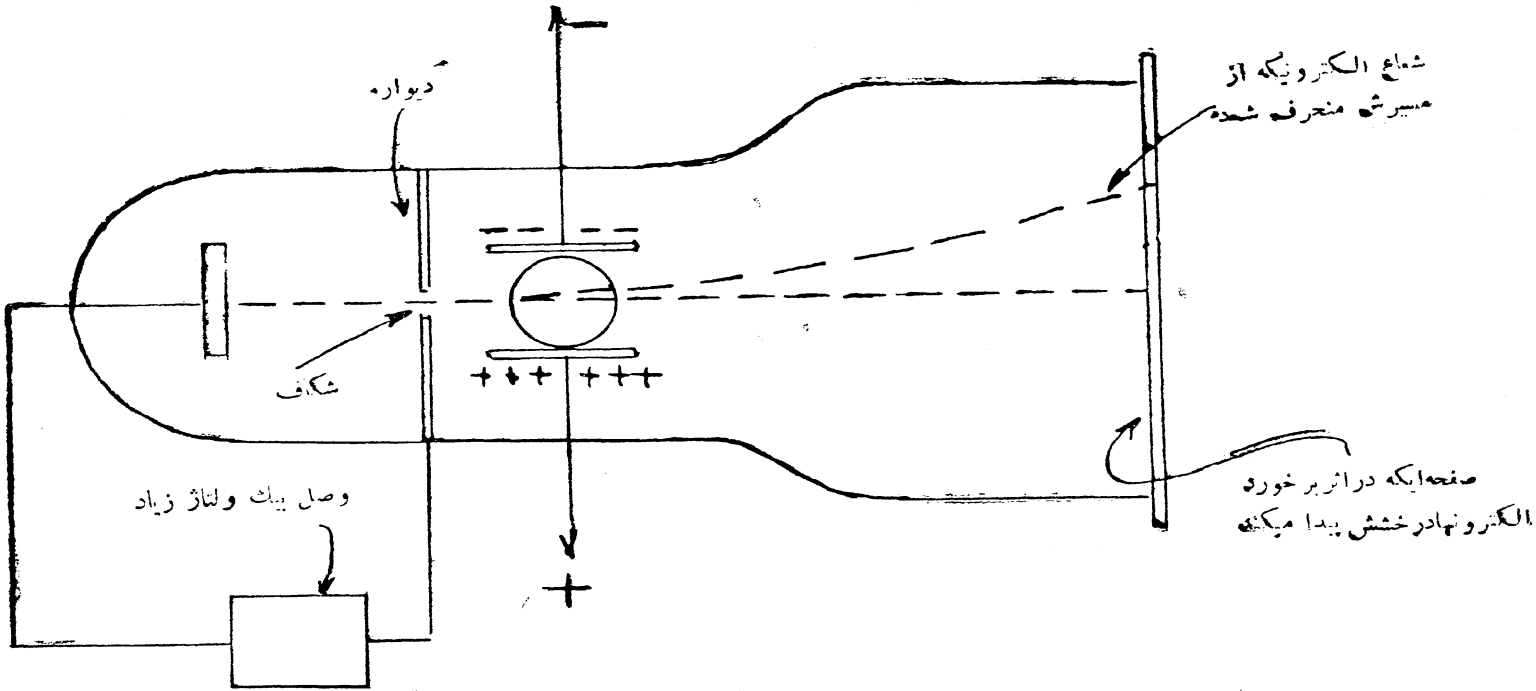
٤٣ - چنانکه درشکل ١٦ می بینید یکی ازالکترودها بشکل صلیب و معمولا از آلومینیوم تهیه شده ودراواسط لوله قرار دارد وسایه میاندازد. مترجم



شکل ۱۶ ـ سرویلیام کروکس، عالم انگلیسی، جریان برق با ولتاژ خیلی زیاد ازانواع مختلف لوله‌های شیشه‌ای خالی ازهوا عبور داده و با یکی ازاین لوله‌ها (که درشکل بالا دیده میشود) ثابت کرد که ذراتی که درون لوله بحرکت درمیآیند دراثر برخورد بمانعی که میان لوله تعبیه شده سایه‌ای درته لوله میاندازند. کروکس دراین آزمایش هنوز نمیدانست که این ذرات همان الکترونها هستند

کیلومتر) درثانیه حرکت میکنند.

طبیعتاً اهل تجربه‌ی آن عصر و بخصوص پروفسور ج. ج تامسن درصدد کشف اینموضوع برآمد که آیا این ذرات (اگر ذراتی باشند) هیچگونه خواص الکتریکی دارند یانه؟ اگر ذراتی درون لوله درحرکت باشند محتملا دارای بارالکتریکی مثبت یامنفی خواهند بود. اسباب ساده‌ایکه درشکل ۱۷ تصویرشده وسیله‌ی خوبی برای کشف اینموضوع است. این اسباب تشکیل شده ازلوله‌ی مخصوصی که یك الکترود فلزی بشکل یك صفحه درداخل ومیان لوله تعبیه شده و باالکترودهای فلزی خودلوله که بجریان برق باولتاژزیاد وصل میشوند هیچگونه ارتباطی ندارد. باین الکترودسوم



شکل۱۷- پروفسور ج . ج . تامسون بابکار بردن لوله‌ی مخصوصی که در شکل بالا دیده میشود کشف کرد که ذراتی که در اثر تخلیه‌ی الکتریکی دریك لوله‌ی خالی ازهوا بحرکت درمیآیند اگر از نزدیکی صفحه‌ی فلزی بارداری بگذرند انحرافی در مسیرشان پیدا میشود . این ذرات ، چون بترسط صفحه‌ایکه دارای بار منفی بود دفع و بتوسط صفحه‌ای که دارای بار مثبت بود جذب میشدند پروفسور تامسون یقین کرد که ذرات مزبور خود دارای بار الکتریکی منفی‌اند وجرم آنها را نیزحساب کرد . ذراتیکه بدینطریق کشف شدند بعدها بالکترون‌ها موسوم گردیدند

بار الکتریکی مثبت میدهند (۴۴). پروفسور تامسن دلیل منطقی خوبی اظهار میکند باین مضمون که اگر ذرات درون لوله دارای یکنوع بار الکتریکی (مثبت یا منفی) باشند بوسیله‌ی الکترود سوم، که‌خود دارای بارالکتریکی است، جذب یادفع خواهند شد. عملاهم‌همینطور شد یعنی آزمایش نشان داد که وقتی بالکترودسوم، که درمیان‌لوله نصب شده، بار الکتریکی منفی بدهیم ذراتیکه بشکل یکدسته اشعه درحرکتند وقتی مقابل آن رسیدند از آن فرار کرده مسیرخودرا عوض‌میکنند. ولی اگر بالکترود سوم بارالکتریکی مثبت بدهیم دسته اشعه‌ی مزبوروقتی‌مقابل آن رسیدندمسیرخودراتغییرداده‌بطرف آن جذب‌وبآن‌نزدیکتر میشوند.

بدین ترتیب نخستین دلیل و مدرك برای اثبات این عقیده بدست آمد که این شعاع یادسته اشعه‌ی‌مرموز درون‌لوله‌ازذرات بسیارریزی، که بارالکتریکی منفی دارند، درست شده‌اند. پروفسورتامسن که دانشمندی زیرك وباهوش بود نه تنها باین‌اکتشاف مهم نائل آمد بلکه او توانست وزن این ذرات را نیز، با وجود آنکه‌با سرعت زیادی‌در حرکت بودند، اندازه بگیرد. اومیدانست اگر بخواهیم گلوله ایراکه باسرعت ۹۰۰ میل (۱۴۴۰ کیلومتر) درساعت حرکت میکند از مسیرش منحرف کنیم خیلی مشکلتر از هنگامی است که گلوله باسرعت ۵۰۰ میل درساعت حرکت کند. درشرائط خاصی ازروی میزان انرژی که برای منحرف ساختن

۴۴- چنانکه درشکل ۱۷ ملاحظه‌میکنید بجای الکترود سوم یك‌جفت صفحه فلزی که درحقیقت‌دوالکترود میباشد بکارمیبرند. بیکی ازدوصفحه بارمثبت وبدیگری بارمنفی میدهند(که درشکل باعلامت + و- نشان‌داده شده) وذراتیکه درون لوله درحرکتند وقتی بفضای بین‌ایندو صفحه برسند صفحه مثبت آنها را جذب وصفحه منفی آنها رادفع میکند. وبنابراین‌ذرات مزبور که بصورت دسته اشعه‌ای هستند بهتر وبیشتر ازموقعی که فقط یك صفحه موجود باشد منحرف میشوند. مترجم

یك گلوله لازم است میتوان وزن آن گلوله را حساب کرد. (۴۵) در آزمایش تامسن انرژی که باعث انحراف دسته اشعه (۴۶) میشود همانا بار الکتریکی صفحه‌ای است (الکترود سوم) که در میان لوله قرار دارد. هرچه بار الکتریکی صفحه‌ی مزبور بیشتر باشد دسته‌ی اشعه بیشتر منحرف میشود. لهذا پروفسور تامسن با اندازه گیری این بار الکتریکی توانست وزن ذراتی را که بصورت اشعه درون لوله حرکت میکردند بدست آورد. اووزن هر ذره را $\frac{۱}{۱۸۴۰}$ وزن اتم ایدرژن یافت (۴۷). وقتی بدانیم که اتم ایدرژن کوچکترین وسبك ترین اتمهاست آنوقت معلوم میشود این ذرات که با آنها سروکار پیدا کرده‌ایم قسمت فوق العاده کوچك ماده میباشند. اگر میلیونها از این ذرات را بصورت تلی رویهم بریزیم بازهم باهیچ میکرسکپی قادر بدیدن آن

---

۴۵ ـ مقصود این عبارات اینستکه مقدار انحراف یك گلوله بستگی دارد باسرعت آن گلوله، باوزن آن گلوله و بامیزان انرژیکه برای منحرف ساختن گلوله بکار برده میشود. حال اگر سرعت یك گلوله ومقدار انرژیرا که برای منحرف ساختن گلوله بکار برده‌ایم بدانیم ازروی مقدار انحرافی که گلوله می پذیرد میتوانیم وزن گلوله را حساب کنیم. (یك مسئله یك مجهولی میشود.) مترجم.

۴۶ ـ دسته اشعه دراین آزمایش درحقیقت ازمجموعه ذراتی بوجود آمده که چنانکه قبلا بیان شد دارای بار الکتریکی منفی اند. پس هر ذره مانند یك گلوله میباشد و بهمان ترتیب که درباره‌ی گلوله بیان کردیم میتوان وزن آنرا اندازه گرفت. مترجم.

۴۷ ـ وزن یك اتم ایدرژن ۰/۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۱۶۷ (یعنی $۱۶/۷ \times ۱۰^{-۲۵}$ گرم) است ووزن یك الکترون که $\frac{۱}{۱۸۴۰}$ وزن اتم ایدرژن است ۰/۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۹۱۱ (یعنی $۹/۱۱ \times ۱۰^{-۲۸}$) گرم است

نخواهیم بود.

کشف این ذره خبر هیجان انگیزی برای جهان دانش بود. کسانی که معتقد بودند آزمایش های کروکس وتامسن چیزی جزیك پدیده‌ی اتمی را نشان نمیدهد دست از عقیده خود کشیدند زیرا دیگر بوضوح پیوسته بود که این ذرات چیزی غیر ازاتمها هستند و برای انسان تازگی دارند. **دکتر ج. جانستون‌ستونی** (۴۸) برای این ذرات جدید اسمی درنظر گرفت. او آنها را **الکترون** نامید. بسیاری ازفیزیك دانهای آن دوران باین فکر افتادند که شایدالکترون‌ها مانند آجرهای کوچکی هستند که تمام‌اتمها از آن ساخته‌شده‌اند.این دانشمندان ازجاده‌ی‌حقیقت چندان دور نبودند ولی عده‌ای میپرسیدند چگونه ممکن است اتمها فقط از ذرات مادی که دارای بار الکتریکی منفی‌اند درست شده باشند؟ و حال آنکه بخوبی میدانیم که ذرات مادی که دارای بار منفی باشند یکدیگررا دفع میکنند. کسی داوطلب جوابگوئی باین معما نبود. اگرواقعاً اتمهافقط‌ازذراتیکه‌دارای بارمنفی‌اندتشکیل‌شده‌بودندمیبایستی منفجر بشوند.

گروه‌دیگری‌ازفیزیکدانان‌بتعقیب فرحبخش‌شکار، یعنی الکترون که‌بتازگی کشف‌شده‌بود، پرداختند و برای آنکه مطالب‌بیشتری‌درباره‌ی آن‌بدست آورند آزمایش‌های‌بسیار بعمل‌آوردند. **پروفسور لنارد** (۴۹) آلمانی لوله‌ای را که درشکل۱۸ مشاهده میشود استادانه ساخت‌وچنین

۴۸- Dr. G. Johnstone Stoney فیزیکدان انگلیسی

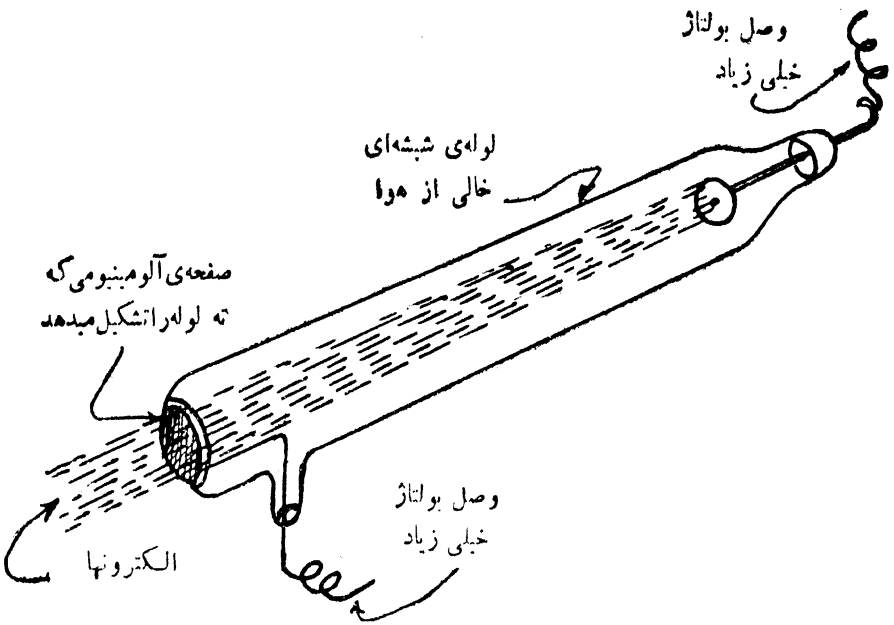
۴۹- Lenard

استدلال کرد که اگر این ذرات بقدر کفایت کوچك بوده و با سرعت کافی حرکت کنند باید بتوانند از ماده، بشرط آنکه دارای ضخامت مناسبی باشد، عبور کنند. این دستگاه بوی نشان داد که نظرش کاملا درست بوده است زیرا وقتی الکترونهای سریع السیر بصفحه آلومینیومی (۵۰) برخوردند از آن گذشته درخارج لوله وارد جو شدند ولی بعلت وجود میلیونها اتم از گازهای جو (۵۱) دراطراف لوله پیشرفت دراین آزمایش خیلی دشوار گردید زیرا الکترونها، پس از عبور ازصفحه آلومینیومی، در اثر برخورد زیاد با این اتمها فقط مقدار کمی که کسری از اینچ بود (اینچ مساوی ۲۵٫٤ میلیمتر) میتوانستند، پیش بروند.

حالا ببینیم این الکترونها که تشکیل دسته اشعه‌ای داخل لوله میدهند، از کجا می آیند. آیا این الکترونها از اتمها (البته اتم های الکترودهای داخل لوله) کنده میشوند یا اصلا اینها ذراتی از ماده هستند که به اتمها نچسبیده و آزاد و پراکنده میباشند؟ درحقیقت میتوان قبول کرد که هردو نظر دراصل دارای پایه واساسی هستند ولی ازطرف دیگر نکته‌ی دیگری که واقعا اکتشاف بزرگی محسوب میشود وما سابقا بیان کردیم اینستکه جریان برق نیز خود ازهمین ذرات کوچك (الکترونها) تشکیل شده که درهادی‌هائی مانند مس، برنج وغیره حرکت میکنند و

۵۰ـ چنانکه درشکل ۱۸ ملاحظه میشود یك طرف لوله‌ی شیشه‌ی بجای شیشه باصفحه آلومینیومی بسته شده. مترجم

۵۱ـ جو شامل همین گازهائیست که همه‌ی ما را احاطه کرده و در آن زندگی میکنیم. گازهای جو عبارتست از اکسیژن وازت و بخار آب و گاز کربنیك وهلیوم، نئون، آرگون، کریپتون، گزنون. مترجم



شکل ۱۸ـ پروفسور لنارد ، عالم آلمانی ، بوسیله‌ی دستگاه فوق پی برد باینکه الکترون‌های سریع الحرکت میتوانند ازورقه نازك آلومینیومی بگذرند .

هر گاه بموادی از قبیل شیشه . موم و بعضی چیزهای دیگر (۵۲) برسند نمیتوانند از آنها عبور کنند مگر آنکه دارای سرعت خیلی زیادی (یعنی ولتاژ خیلی زیاد) باشند ودراین صورت اخیر با جرقه‌های بزرك و سر و صدای زیاد بشدت وخشونت تمام از این مواد عبور میکنند.

پیش از آنکه جریان الکتریسیته راصرفاً ناشی ازحرکت الکترونها دانسته و بمطالعه‌ی خود درباره‌ی آن ادامه دهیم، شایدلازم باشد که ابتدا بتحقیقات بیشتری درباره‌ی خواص الکترونها بپردازیم و پس از آن به بینیم

۵۲ـ این موادرا که مانع عبور جریان های معمولی برق‌اند عایق مینامند. مترجم

چطوراتمهای ماده‌ازالکترونهائیکه یکدیگررا پس‌میزنند وبهیچ‌وجه‌نمی خواهند درنزدیکی هم‌بمانند فراهم شده‌است.

چندی پیش گفتیم که بارهای الکتریکی «نامشابه» ، یعنی مثبت و منفی، یکدیگرراجذب‌میکنند. پس از کشف الکترون باید از کتاب‌جالب تاریخ علوم چندین صفحه‌را جا بیاندازیم تابرسیم بکشف یك‌ذره‌ی‌اولیه‌ی دیگرماده که‌آنهم بسیاربسیار کوچك است. بآسانی میتوان حدس‌زد که این‌ذره‌ی‌دومی دارای بارالکتریکی مثبت است. ناگزیر باید همینطورهم باشد زیرا درغیراینصورت اتمیکه مادرنظر گرفته‌ایم پایدارنمیماند .

ذره‌ی جدید پروتون(٥٣) نامیده شد وبجای آنکه مانندالکترون دارای بارالکتریکی منفی باشد ، دارای « **بار الکتریکی کاملامساوی‌و مخالف الکترون** » است . خلاصه ، بهمان درجه‌که الکترون دارای بار منفی است، پروترن دارای بارمثبت میباشد .

بعدها معلوم شدکه هراتم، از ایدرژن (سبك ترین‌اتمها) گرفته تا اورانیوم(سنگین ترین‌اتمها)،ازیك هسته‌یامرکزوعده‌ای‌الکترون. ساخته شده است هسته ازپروتون‌ها تشکیل شده والکترونها بدور آن‌میگردند بهمان ترتیب‌که سیارات بدورخورشیدکه مرکز منظومه‌ی شمسی ماست دور میزنند . دراغلب اتمها عده‌ی الکترونها باعده‌ی پروتون ها مساوی است بطوریکه یك‌تعادل الکتریکی دراین اتمها حکمفرماست واینگونه اتمهاازلحاظ شیمیائی بطرزخارق‌العاده‌ای پایدارهستند. اما بایددانست که این امرعمومیت ندارد واتمهائی هستندکه عده‌ی الکترون و پروتونشان مساوی نیست. دراتمی‌که عده‌ی پروتون ها بیش از الکترون‌ها است یك

Proton - ٥٣

حالت عدم تعادل الکتریکی وجوددارد وهر گاه چنین اتمی باتم دیگری که عده‌ی الکترونهایش بیش از پروتن ها باشد برسد باید منتظر بروز اتفاقات شیمیائی بود، بدین معنی که این اتمها بایکدیگر داخل فعل وانفعالات شدیدی میشوند.

امروز هر عمل شیمیائی را درحقیقت نتیجه‌ی تبادل الکترونها بین اتمها میدانند.

فصل چهارم

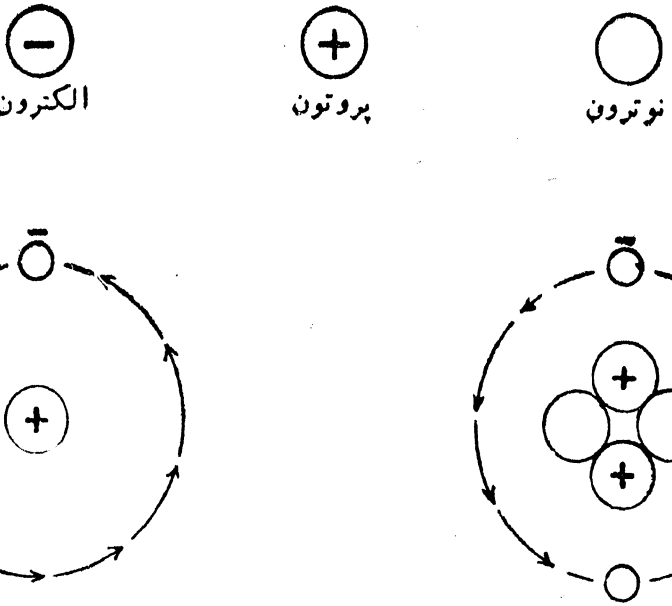
ساختمان اتمها

ایدرژن ازتمام موادجهان سبك‌تراست . بنابراین اتم آن کوچکتر وساده تراز سایراتم‌ها بوده وتعداددراتیکه دراین‌اتم وجود دارد (٥٤) از ذرات مشکله‌ی سایراتمها کمتراست. شکل‌ساده‌ی اتم ایدرژن را اینطور میتوان تصور کرد که : یك الکترون (ـ) باسرعت‌زیاد دورهسته‌ای که فقط شامل‌یك پروتون (+)است‌میگردد . درآنروزگاریکه دانش‌مادر باره‌ی اتمها هنوزمراحل کودکی رامیپیمود ، اولین اتمیکه علمای‌فیزیك درعالم تصورساخته بودند بصورت ساده‌ی فوق بود وساختمان ساده‌ی‌این اتم، که ازدوذره که دارای بار الکتریکی مساوی ومخالفند تشکیل شده بود، تمام حوائج‌نظریه‌ی‌جدیدماده را رفع‌میکرد . حرکت‌دائمی‌الکترون بدور پروتون ظاهـراً بـرای آن بود که مانع جذب الکترون بتوسط پروتون بشود .

مطلب قابل‌دقت درباره‌ی این سازمان ساده این‌بود که وزن تمام

---

٥٤ منظورالکترون وپروتون است. مترجم



شکل ۱۹ـ (بالا) : سه ذره‌ی اصلی : الکترون ، پروتون ، نوترون
(پائین وچپ) تصویر فرضی اتم ایدرژن
(پائین وراست) تصویر فرضی اتم هلیوم

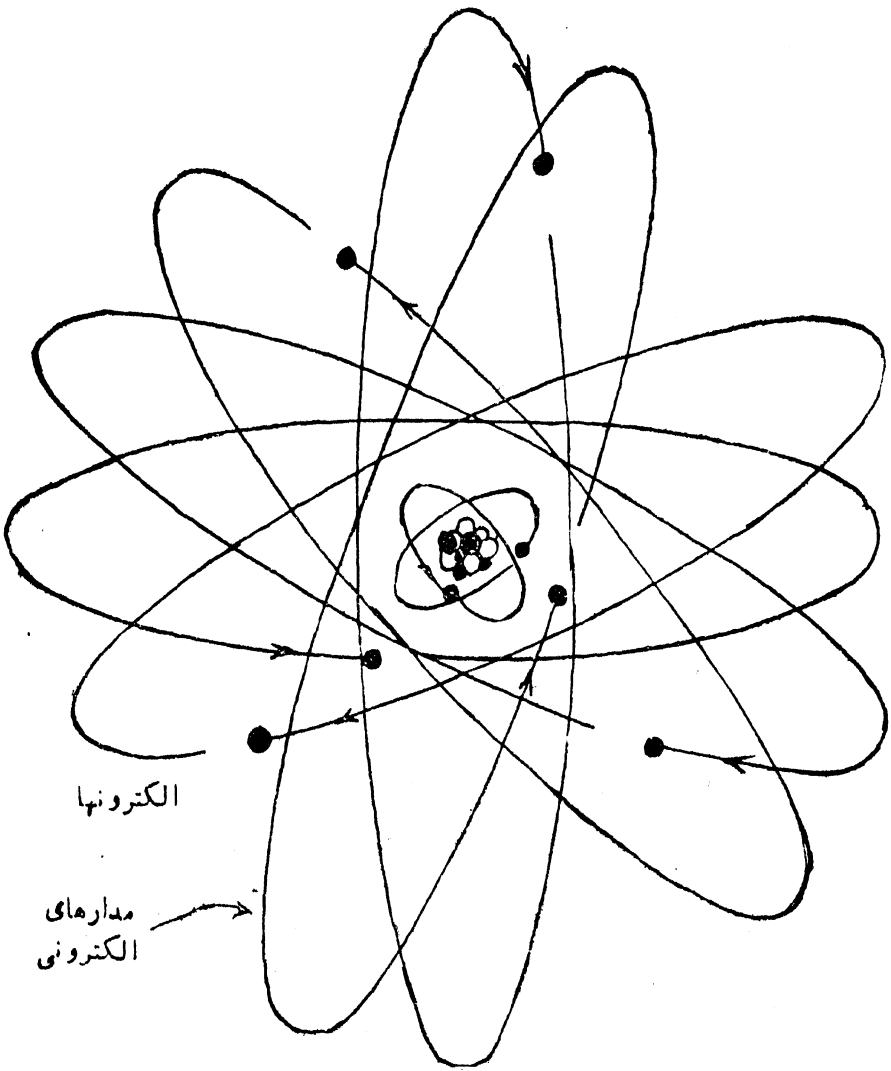
اتم ایدرژن عملا برابر بود با وزن پروتون (۵۵). چون این اتم سبکترین عنصری بود که شناخته بودند جرم (۵۶) آنرا یك (۵۷) فرض کرده و

۵۵ـ چون وزن الکترون تقریباً $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ و زن پروتون است در اغلب محاسبات از وزن الکترون صرفنظر میکنند و لهذا اتم ایدرژن که یك الکترون و یك پروتون دارد وزنش تقریباً باوزن پروتون برابر میشود. مترجم

۵۶ـ خواننده میتواند دراینجا نیز بجای جرم همان وزن را در نظر بگیرد تا مطلب را آسانتر درك کند ولی باید دانست که جرم باوزن تفاوت دارد و درفهرست لغات علمی اول این کتاب سر کدام را بتفصیل شرح داده‌ایم. مترجم

۵۷ـ وزن واقعی یك اتم ایدرژن فوق العاده کم است وهمانطور که درزیر نویس شماره‌ی (۴۷) نوشتیم
۰/۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۱۶۷ گرم میباشد. عددیك که وزن اتمی ایدرژن بنا بفرض است در حقیقت وزن
۶۰۲،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ عدد اتم ایدرژن است. وزن اتمی سایر عناصر نیز بهمین نسبت از وزن واقعی آنها بزرگتر است. مترجم

صورتی از تمام اتمها بترتیب وزن آنها تهیه کردندوایدرژن که سبکتراز همه بوددر رأس اینصورت قرارگرفت . اتمهائیکه در این صورت بعد از اتم ایدرژن آمده بودند عده‌ی بیشتری الکترون ، پروتون و نوترون

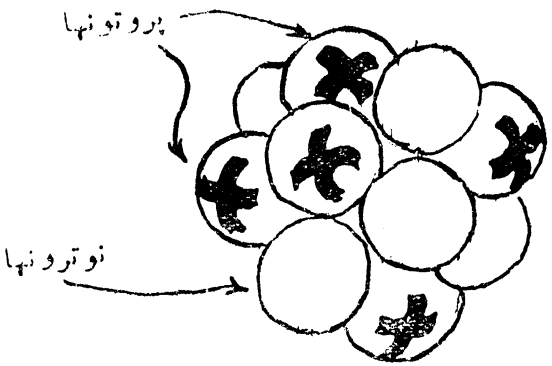


شکل ۲۰ـ چگونگی حرکت الکترون‌ها بدور هسته‌ی اتم برروی مدار های مختلف . هرچه الکترون ها از مرکز دورتر باشند قطر مدارشان بیشتر خواهد بود.

داشتند واتم ایدرژن یگانه اتمی بود که نوترون نداشت (درباره‌ی نوترون (۵۸) بعداً مطالب بیشتری بیان خواهیم کرد).

ساختمان اتم‌هائیکه بعداز ایدرژن قراردارند وشامل الکترونها و پروتونهای بیشتری هستند خیلی پیچیده تر میشود . بطوریکه در مورد اتمهای سنگینی مانند سرب، توریوم (۵۹)، اورانیوم وغیره علمای فیزیك نه‌تنها مجبور شدند وضع بسیار بغرنج و پیچیده‌ای برای پروتونها تصور بکنند بلکه ناچاربودندمدارها یامسیرهائی برای حرکت دورانی الکترونها نیز درنظر بگیرند زیرادرمقابل هر پروتونیکه درهسته‌ی اتم قراردارد یك الکترون‌هم بایدبدورهسته در گردش باشد .

طبیعتاً تمام این الکترونها نمیتوانند روی یك مسیریا روی یك صفحه قراربگیرند لهذافرض میکردند که بعضی الکترونها روی مسیرهائیکه



شکل ۲۱ـ چگونه نوترونها وپروتونهادرهسته‌ی اتمها جمع شده وتشکیل یك « بسته » میدهند .

۵۸ـ Neutron ذره‌ای است که درهسته‌ی تمام اتم‌ها باستثنای اتم ایدرژن موجوداست وزن این ذره کاملا باوزن پروتون برابراست وفاقدبار الکتریکی میباشد (شکل ۲۱) مترجم.

۵۹ـ Thorium نام فلزی است. مترجم

بهسته نزدیك ترندحرکت میکنند و بعضی دیگر روی‌مسیرهای دورتری درحرکت میباشند و فکر میکردند (هنوزهم همینطور فکرمیکنند) این مسیرها، مانند نخهائیکه روی گلوله‌نخ‌پیچیده میشود ، ازهمه‌طرف‌هسته را احاطه کرده‌اند و هرالکترون روی مدار مخصوصی بخودیکه بفاصله مشخصی ازهسته قرار گرفته حرکت‌میکند . هرچه‌ازهسته دورتربشویم مدارها بزرگتر و بنابراین سرعت الکترونها بیشتر وسرسام آورمیشود . فاصله‌ی بین‌هسته‌ی مدارهای‌الکترونی مختلف بامقایسه باکوچکی‌ذرات مشکله‌ی‌اتم‌فوق‌العاده‌زیاداست. بنابراین‌نظریه‌هراتم،اعم‌ازاینکه‌ساده‌یادرهم وپیچیده‌باشد،تقریباً‌توخالی‌ومجوف‌است‌واین‌موضوع‌راامروزهم‌قبول‌دارند. اگر فرض‌کنیم هسته‌ی اتم ایدرژن‌بقدری‌بزرگ‌شود که‌باندازه‌ی‌یك گردو برسد و فاصله‌ی آن نیز تایگانه الکترونی‌که دارد بهمین مقیاس زیاد شود دراینصورت فاصله‌ی‌الکترون ازهسته برابر با۱۵۰ متر میشود واتم ایدرژن باین ترتیب بشکل دوگردو درمیآید که بفاصله‌ی۱۵۰ متری از یکدیگرقرارگرفته ویکی بدوردیگری باسرعت‌بگردد (۶۰).

درهرفعل و انفعال شیمیائی که یك دانشجوی رشته‌ی شیمی انجام میدهد ودوعنصر رابایکدیگر ترکیب کرده جسم مرکب‌شیمیائی بدست میآورد درحقیقت سروکارش با «فیزیك‌الکترونی» (۶۱) و«فیزیك‌اتمی»

۶۰ـ مؤلف تشبیه دیگری بکار برده که ازذهن خواننده‌ی ایرانی قدری دوراست. قطریك الکترون یاپروتون یك صد میلیاردیم ـ (۰/۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۱) میلیمتر وقطرتمام اتمام ایدرژن یك‌ده‌میلیونیم میلیمتر (۰/۰،۰۰۰،۰۰۱) است وبنابراین قطر اتم ایدرژن۱۰۰۰۰ برابر قطرهسته آن یاقطرالکترون آنست. مترجم

۶۱ـ Electronics قسمتی‌ازعلم‌فیزیك‌است که‌درباره‌ی الکترون‌و خواص‌آن بحث میکند. مترجم

است که «فیزیك هسته‌ای» (۶۲) نیز نامیده میشود .

اغلب عناصر مندرج در جدول تناوبی (۶۳) از لحاظ شیمیائی فعال میباشند بدینمعنی که تحت شرائط خاصی باسایر عناصر ترکیب میشوند بعضی عناصر بقدری فعال بوده و میل ترکیبشان باسایر عناصر باندازه‌ای زیاد است که بمحض مجاورت تولید انفجار میکنند، مانند ترکیب ایدرژن با اکسیژن که منجر بتشکیل آب میشود . اما بعضی عناصر برای آنکه باهم ترکیب شوند احتیاج بیك نوع محرك دارند، مثلا باید آنها را حرارت داد . و بالاخره بعضی عناصر دیگر وجود دارند که از لحاظ الکتریکی بقدری متعادلند که با هیچ عنصر و بهیچوجه ترکیب نمیشوند . گاز هلیوم از جمله‌ی این نوع عناصر است . این عناصر را که فاقد میل ترکیبی هستند عناصر بی اثر مینامند . اغلب بجای لغات فعال و بی اثر بترتیب لغات ناپایدار و پایدار استعمال میکنند .

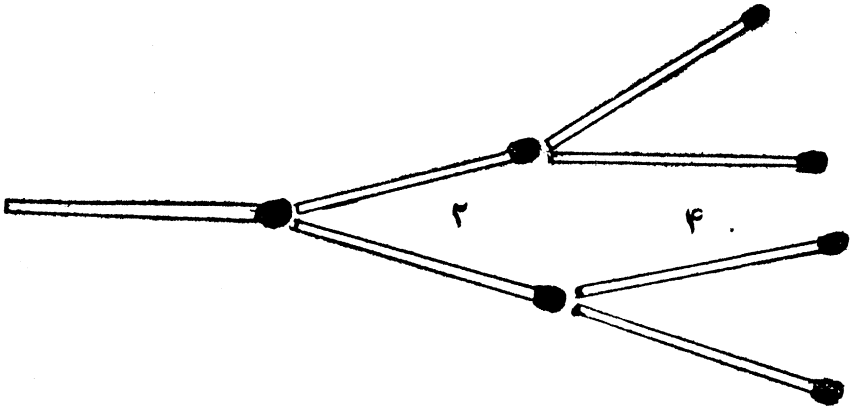
اکنون معلوم شده که میل ترکیبی یا جاذبه‌ی شیمیائی عناصر مربوط به «**الکترونهای ظرفیت**» (۶۴) است که روی مدار های خارجی (۶۵) اتمها قرار دارند . وقتی در اثر یك فعل و انفعال شیمیائی دو عنصر باهم ترکیب میشوند الکترونهای ناپایدار مدارهای خارجی آن دو عنصر (که الکترون‌های ظرفیت نامیده میشوند) با یکدیگر متحد و همراه شده و بدینترتیب

۶۲ـ Nuclear Physics درباره‌ی هسته‌ی اتم ها که از پروتون و نوترون تشکیل شده و انرژی اتمی گفتگو میکند. مترجم

۶۳ Periodic table بفهرست لغات این کتاب مراجعه شود. مترجم

۶۴ـ Valence electons بفهرست لغات علمی این کتاب مراجعه شود. مترجم

۶۵ـ مدار خارجی اتم مداری است که دورتر ازسایر مدارات باشد. ممکن است اتمی دارای چند مدار خارجی باشد یعنی چند مدار همه بیك فاصله ازمرکز واقع باشند. روی هر مدار چنانکه میدانیم فقط یك الکترون حرکت میکند. بشکل ۲۰ مراجعه شود. مترجم



شکل ۲۲ـ تصویر فرضی وغیردقیقی که اصل فعل وانفعال زنجیری را نشان میدهد . وقتی کبریت اولیرا آتش بزنیم ، این کبریت باعث روشن شدن دو عدد کبریت بعدی میشود و اینها نیز بنوبه‌های خود چهارعدد کبریت بعدی را روشن میکنند و همینطور الی آخر.

دوعنصر با یك بند الکتریکی بیکدیگر میپیوندند . اساس تمام علم شیمی بطورسطحی واجمالی مبتنی برهمین امر است .

اما فعل وانفعالات زنجیری(۶۶)فقط بوسیله‌ی نوترونها عملی میشود . (فعل و انفعالات زنجیری اینستکه انفجار یك اتم فوراً باتمهای مجاور سرایت کرده باعث انفجار آنها شود و انفجار اینها نیز بنوبه‌ی خود باتمهای مجاور بعدی سرایت کند و همینطور پیش برود تا تمام جسم منفجر گردد . شکل ۲۲) . هرچند مادر فصل بعددر باره‌ی فعل و انفعالات زنجیری بیشتر صحبت خواهیم کرد ولی فعلا شکل فوق بطور ساده کیفیت آنرا نشان میدهد .

چیزی ازعمر نظریه‌ی الکترنی یـا هسته‌ای ماده نگذشته بود که

۶۶ـ Chain reaction فعل و انفعالات معمولی شیمیائی از قبیل تجزیه و ترکیب نیست. این یك فعل و انفعال درون اتمی است که موجب انفجار و درهم شکستن اتم ومولد مقادیر فوق‌العاده زیاد انرژی است . بمبهای اتمی را براساس همین فعل وانفعال ساخته‌اند. مترجم

اشکالات نا راحت کننده‌ای بروز کرد. بخصوص وقتی عناصر را بترتیب وزن اتمی وجدول تناوبی مرتب میکردند این اشکالات بارزتر میشد .

وزن اتم ایدرژن که فقط یك الکترون و یك پروتن داشت یك فرض میشد عنصریکه ظاهراً بلافاصله بعداز ایدرژن جای داشت گاز هلیوم بود و اشکال جدی ازهمین جا شروع میشد، زیرا شماره‌ی اتمی (۶۷) هلیوم دو بود و فرض کرده بودند که اتم آن دارای دوالکترن ودوپروتون است. بنا براین وزن اتمی هلیوم بعلت دارا بودن دو پرتون بایستی دو باشد در صورتیکه تجربه خلاف آنرا نشان میداد و وزن اتمی هلیوم واقعاً ٤ بود . خلاصه وزن اتمی هلیوم ۲ واحد بیش از آن بود که پیش بینی شده بود وبرای آن دلیلی هم موجود نبود.

آنچه درباره‌ی هلیوم بیان شد در باره‌ی سایر اتمها نیز صادق بود. مثلا کربن شماری اتمیش ٦ ولی وزن اتمیش ۱۲ بود واین ٦ واحد اضافه وزن احتیاج بتفسیر داشت . خلاصه تمام عناصر بعداز ایدرژن وزن اتمیشان تقریباً دوبرابر شماره‌ی اتمیشان میشد بطوریکه مثلا عنصر بسیار سنگین اورانیوم بشماره‌ای اتمی ۹۲ دارای وزن اتمی ۲۳۸ بود . بیست سال گذشت تااین معما گشوده شد. فیزیکدانان زمان برای توجیه این تباین واختلاف نظریه‌ای وضع کردند که خالی از ارزش نبود . آنها چنین اظهار عقیده کردند که پروتونهای خنثی شده علاوه بر پروتونهای

۶۷ـ وقتی اتمها را ازسبك ترین گرفته تاسنگین ترین برحسب وزن اتمی مرتب کرده دنبال هم بنویسیم هر اتم یك شماره‌ی ترتیب پیدا میکند مثلا شماره ترتیب ایدرژن که اولین اتم است ۱ است. شماره‌ی هلیوم ۲ است وهمین طور تا آخر. این شماره ترتیب را شماره‌ی اتمی گویند. مترجم

مثبت درهسته‌ی اتم وجود دارد واین اضافه وزن متعلق بآنهاست و باین سئوال که این پروتونهای خنثی شده از کجا آمده‌اند چنین جواب میدادند که اینها از پروتونهای مثبت معمولی هستند که بدلیلی یك الکترون جذب کرده‌اند وچون بارمنفی الکترون مساوی ومخالف بارمثبت پروتون است آنرا خنثی کرده است . اما نوابغیکه مشعول کاوش در هسته‌ی اتم بودند میدانستند که این عقیده جز پاسخ سستی بیش نیست وسئوالات دیگری را برمیانگیزد که تا مسئله حل نشود بی‌جواب میمانند .

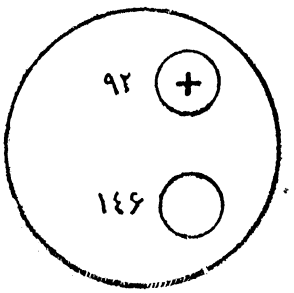
این پرتونهای باصطلاح خنثی شده که بفرض درنتیجه‌ی اتحاد یك پروتون ویك الکترون بوجود آمده بودند واقعاً مانند اتم ایدرژنی بودند که له شده والکترون و پروتونش درهم رفته باشد .

درباره‌ی اتم اورانیوم فکر میکردند که باید ۹۲ پروتون معمولی و ۱٤٦ پروتون خنثی شده داشته باشد و باین ترتیب حاصل جمع ۹۲ پروتون و ۱٤٦ پروتون خنثی شده مساوی ۲۳۸ میشد که همان وزن اتمی اورانیوم بود. این طرز تفکر و توجیه لااقل این فایده را در برداشت که مغز علمائیرا که درباره‌ی اتم کار میکردند موقتاً آسوده میکرد .

معمای « پروتون خنثی شده » مدت بیست سال باقیماند تا اینکه **جان چدویك** (٦٨) انگلیسی بسال ۱۹۳۲ باجواب قاطعی قدم پیش نهاد .

٦٨ـ مؤلف درذکر نام این دانشمند متاسفانه اشتباه کرده است زیرا نام این فیزیکدان انگلیسی معاصر سر جیمز چدویك Sir James Chadwick است که بسال ۱۸۹۱ متولد شده و بسال ۱۹۳۵ بمناسبت کشف نوترون برنده‌ی جایزه‌ی نوبل درفیزیك شناخته شده است. مترجم

وی‌هنگامیکه عنصرسبك بـریلیوم (۶۹) را بااشعه‌ی آلفـا (بهتراست بگوئیم ذرات آلفا) (۷۰) که ازرادیوم بیرون‌میآید بمباران‌میکرد ملاحظه نمود که ذرات مخصوصی ازاتم‌های این‌عنصر خارج میشوند که مانند یك حیوان‌وحشی بسیارسخت و نافرمان‌هستند. هنگامیکه‌ذرات(اشعه‌ی) آلفا یا بتا تحت‌اثر میدانهای نیرومندالکتریکی یامغناطیسی قرار گیرندوضعی پیدامیکنند که‌قابل پیشگوئی است. بدین‌معنی که‌دراین‌هنگام همیشه‌ازمسیرحرکت‌خود



شکل۲۳ـ نمایش مصور اتـم اورانیوم ۲۳۸ دایره‌ی سیاهی که با عدد ۱۴۶ مشخص‌شده تعداد نوترون های موجود دراین اتم‌را نشان می‌دهد. (چون این‌شکل ناقص واسباب گمراهی است لطفاً بتصویر فرضی‌اتم اورانیوم که درآخر کتاب قراردارد مراجعه فرمائید . مترجم)

۶۹ـ Beryllium فلز کمیابی است . نام دیـگرش گلوسی نیوم Glucinium است. مترجم

۷۰ـ Radium فلزی است کمیاب که‌دراتمهای آن‌خود بخود و بدون محرك خارجی فعل وانفعالات زنجیری دائم‌وملایم برقرار است‌و بنا براین اتمهای آن دائماً وبآهستگی منفجرمیشوند و درنتیجه‌ی این انفجار ذرات آلفا، ذرات بتا واشعه‌ی گاماخارج‌میکنند. ذرات آلفا دارای‌بارالکتریکی مثبت وذرات بتا همان الکترونست ودارای بـار الکتریکی منفی است و اشعه‌ی گاما همان اشعه‌ی ایکس‌است منتهی‌ازاشعه‌ی ایکسی که درپزشگی برای عکس برداری ومعالجات سطحی بکار میرود بمراتب قویترونافذتر است وبهمین جهت امروزه از رادیوم برای معالجه‌ی بیماریهائی از قبیل سرطان استفاده میکنند. مترجم

منحرف میشوند. ولی ذراتیکه چدویك ازاتم بریلیوم بیرون رانده بود فاقد این خاصیت بودند. این ذرات نه تنها خیلی آهسته حرکت میکردند بلکه مغناطیس‌ها یا بارهای الکتریکی نیرومند نیز بر آنها کوچکترین اثری نداشت و، باوجود کندی حرکت، بآسانی هرچه تمامتر میتوانستند در ماده نفوذ کنند. این امر که ذرات جدید میتوانستند بآسانی درماده نفوذ کنند و بارهای الکتریکی و میدانهای قوی مغناطیسی بر آنها بی‌اثر بود نشان میداد که ذرات مزبور ازلحاظ الکتریکی خنثی هستند. چیزی طول نکشید که چدویك بنحو قاطعی ثابت کرد این ذرات معمای اوزان اتمی را حل میکنند و معلوم شد که وزن آنها باوزن پروتون معمولی که برحسب قرار داد ۱ فرض شده مساوی بوده و، برخلاف عقیده‌ی سابق، اتمهای له شده ودرهم فرورفته‌ی ایدروژن نیستند والکترونی بآنها نچسبیده است. این ذرات فقط عبارت بودند از پروتونی که فاقد هرگونه بار الکتریکی باشد وبهمین دلیل آنهارا «نوترون» نامیدند.

ازاین پس باید باتمهای تمام عناصر بانظر جدیدی نگاه کرد بدین معنی که وجودیك ذره‌ی جدید، یعنی نوترون، رانیز باید در هسته‌ی تمام اتمها، باستثنای اتم ایدروژن، درنظر داشت. باین ترتیب هلیوم دارای ۲ پروتون و۲ نوترون و کربن دارای ٦ پروتون و٦ نوترون و باریوم (۷۱) دارای ٥٦ پروتون و ۸۱ نوترون است.

درهمان ایام معلوم گشته بود که نوترون مؤثر ترین و نافذترین گلوله‌ی اتمی است زیرا وقتی باذرات الکتریسیته دار نظیر الکترون

۷۱- Barium نام فلزی است. مترجم.

یاپروتون، بسمت هسته‌ی اتم‌ها شلیك‌میکردند این ذرات به نیروهای الکتریکی دیگری ، که دراثر الکترونها یا هسته‌ی اتم تولید شده بود ، برمیخوردند و آنوقت یا اصلا دفع شده و بهسته‌ی اتم نمیرسیدند و یا ، اگرهم احیاناً بهسته میرسیدند، بر آن بی‌اثر و یا دارای اثر کمی بودند . **ولی نوترونها چون فاقد بار الکتریکی بودند میتوانستند تا درون هسته‌ی سنگین‌ترین و پیچیده‌ترین اتمها باکمال سهولت پیش بروند و بمحض آنکه وارد هسته شدند میتوانستند آنرا ازهم بپاشند . نوترون گلوله‌ای بود که دست یافتن بانرژی اتمی را میسر ساخت .**

تاامروز درحدود ۱۹ نوع ذره‌ی اتمی شناخته‌شده که عمل بعضی از آنها هنوز معلوم نگردیده ولی برای مقاصد ماشناختن سه نوع ذره ایکه شرح دادیم ، یعنی الکترن (−)، وپروتون (+) و نوترون که ازلحاظ الکتریکی خنثی است کفایت میکند .

فصل پنجم

انرژی
شبح ماده

پس از کشف رادیوم بوسیله‌ی مادام کوری (۷۲) وشوهرش پیر (۷۳) بسال ۱۸۹۸، فیزیکدانها درفهم وتوجیه خواص این عنصر عاجز ماندند. اتم آن بسیار پیچیده ودائما درحال یکنوع انقلاب درونی بودو باهیچ‌نیروئی ممکن نبود از انقلاب هسته‌ی آن جلوگیری کرد. رادیوم

۷۲- Mme Marie Sklodowska Curie مادام ماری سکلو دوفسکا کوری (۱۹۳٤-۱۸٦۷) مشهور به‌مادام کوری متولد درلهستان وشیمی‌دان وفیزیکدان فرانسوی میباشد. وی‌دوبار بدریافت جایزه‌ی نوبل نائل شد. یکی بسال ۱۹۰۳ باتفاق شوهرش بمناسبت تفحصاتی که در باره‌ی رادیو آکتیویته کرده بودند. باردوم بسال ۱۹۱۱ بمناسبت کشف فلزرادیوم. مترجم

۷۳- Pierre Curie (۱۹۰٦-۱۸۵۹) شیمی دان و فیزیکدان فرانسوی. وی باتفاق همسرش، مادام کوری، جایزه نوبل سال ۱۹۰۳ را درفیزیك بمناسبت تفحصاتی که در باره رادیو آکتیویته کرده بودند بدست آورد. مترجم

حتی در بالاترین و پست‌ترین درجات حرارت و فشار نیز ذرات خود را بشکل اشعه گاما (اشعه ایکس)، الکترونها (ـ) و ذرات آلفا (۷۴) که در حقیقت اتمهای دومین عنصر سبك، یعنی گاز هلیوم، بود بخارج پرتاب میکرد (۷۵). از طرف دیگر چون رادیوم همیشه کمی گرمتر از محیط خود بود معلوم میشد امواج حرارتی نیز تولید میکند و این کیفیت باعث میشد که خواص عجیب رادیوم پیچیده‌تر بشود.

هر اتم رادیوم پس از طی مراحل اسرار آمیزی سبك تر شده و سازمانهای جدید و پیچیده‌ای در هسته‌اش بوجود میآید. بدین ترتیب اتمهای رادیوم پس از یك سلسله تحولات طولانی و پشت سرهم که چندین قرن طول میکشد تبدیل باتمهای پایدار سرب میشود (۷۶). حدس علما،

۷۴ـ در زیر نویس شماره‌ی (۷۰) شمه‌ای از خواص رادیوم را بیان کردیم که اتمهای این عنصر دائماً در حال تجزیه و تحلیل (Desintegration) هستند. اکنون یادآور می شویم که این تجزیه و تحلیل بهیچ وجه ربطی بشرائط محیط خارج ندارد. بدین معنی که سرما و گرما و فشار و رطوبت و مواد شیمیائی و غیره نمیتوانند تغییری در سرعت تجزیه و تحلیل رادیوم بدهند. مترجم.

۷۵ـ ذرات آلفا که دارای بار الکتریکی مثبت‌اند از هلیون (Helion) تشکیل شده اند. هلیون عبارت از اتم هلیومی است که دو الکترون خود را ازدست داده باشد. بنا براین ذرات آلفا و یا هلیون در حقیقت هسته‌ی اتم هلیوم میباشند. مترجم

۷۶ـ اتم رادیوم ابتدا ذرات آلفا از خود بیرون میدهد و تبدیل به عنصر جدیدی بنام رادون (Radon) می‌شود. رادون که عنصر گازی شکل ناپایداری است بنوبه‌ی خود با ازدست دادن اشعه آلفا تبدیل به عنصر دیگری بنام رادیوم A می‌شود. این تبدیلات خود بخود و همینطور پیش میرود و بترتیب رادیوم‌های B و C و C' و C'' و D و E و پولونیوم (Polonium) و بالاخره سرب بدست میآید که عنصر پایداری است. مدت زمانیکه طول میکشد تا نصف یك قطعه رادیوم تجزیه و تبدیل بسرب شود تقریباً ۱۶۰۰ سال است. مترجم

مبنی براینکه مقداری ازوزن اتمهای رادیوم درضمن این تحولات عجیب بانرژی تبدیل میشود ، مقرون بحقیقت بود و در همین ایـام دانشمندان فهمیدند که ماده ممکن‌است بانرژی تبدیل گردد ونیز متوجه شدند کـه اتمها قابل‌انفجار میباشند . البته رادیوم ، مانندیك ترقه‌ی مرطوب، خیلی بکندی منفجر میشدو علما از خود میپرسیدند اگر بشود کاری کرد که این انفجار بسرعت و در یك لحظه انجام گیرد ، و انرژی که بتدریج تولید میشود درمدت کسری ازثانیه تولیدشود، چه اتفاقی خواهد افتاد ؟ وسائل کوچك‌وظریفی که در روزهای‌اول کاوش های‌اتمی‌ساخته‌شده‌بودو معادلات ریاضی که بکارمیرفت بطور قاطعی نشان‌دادندکه قدرت‌انفجار های اتمی ، بامقایسه بامیزان ماده‌ایکه مصرف میشود ، خیلی بیشتر از تمام‌موادی است که قبلا ساخته‌ویادرعالم خیال‌تصور کرده‌بودند .

اگر بتوانیم تمام‌موادیراکه ازانفجار باروت ، «ت.ن.ت» (۷۷) و یا دینامیت حاصل‌میشود جمع آوری ووزن کنیم ملاحظه خواهیم کرد که وزن‌این‌مواد رویهمرفته باوزن جسمی که منفجر کرده‌ایم برابر است . اما این‌موضوع درباره‌ی انفجارهای اتمی صادق نیست زیرا در انفجارهـای اتمی قسمتی‌از جرم‌اتم بیك‌نحوی بکلی نابودمیشود . پس دراینجا مـاده تبدیل بانرژی میگردد و باین ترتیب رابطه‌ی عجیب بین مـاده و انرژی بتدریج آشکارمیشود .

یك‌مطلب‌دیگر نیز باعث‌ناراحتی دانشمندانی بود که دراین زمینه کارمیکردند . بدین معنی که وقتی سرعت الکترونها را زیادتر میکردند

---

۷۷ ـ T.N.T. تری نیترو تولوئن یکی از مواد منفجره‌ی نسبتاً قوی است. مترجم.

جرم آنها نیز زیادتر میشد. این امر بعکس «تبدیل جرم بانرژی» است. یعنی ما در این جا با «تبدیل انرژی به جرم» مواجه هستیم. همانطور که برای سرعت دادن باتومو بیل باید بآن انرژی بدهیم، سریع کردن الکترونها نیز انرژی الکتریکی لازم دارد و همین انرژی که بالکترون میدهیم بصورت افزایش وزن الکترون بروز میکند. الکترونیکه باسرعت ۲۰۰۰۰ میل درثانیه حرکت میکند سبك تر از الکترونی است که سرعتش ۵۰۰۰۰ میل درثانیه است. پس تبدیل انرژی و ماده بیکدیگر دوطرفی است یعنی هریك میتواند بدیگری تبدیل شود.

پیش از سال ۱۸۸۵، بذهن هیچ فیزیکدانی خطور نمیکرد که بین یك اونس (۷۸) ماده و یك واحد انرژی ازقبیل آمپر (۷۹)، اسب بخار (۸۰)، وات (۸۱)، کالوری (۸۲) و یا واحد انگلیسی حرارت (۸۳) رابطه‌ای موجود باشد. هیچکس ماده را بصورت انرژی و انرژی را بصورت ماده تصور نمیکرد و اگر میپرسیدید آیا ماده قابل تبدیل بانرژی هست یانه؟ علما

---

۷۸ ـ Ounce واحد وزن امریکائی و انگلیسی است. علامت اختصاریش .Oz و برابر است با ۲۸/۳۵ گرم.

۷۹ـ واحد شدت جریان برق

۸۰ـ واحد قدرت است. بطور خلاصه «اسب» گفته میشود مثلا میگویند موتور ۱۲ اسب بخار مقدار انرژی است که بتواند درمدت یك ثانیه ۷۵ کیلو گرم باررا یك متر از زمین بلند کند.

۸۱ـ واحد قدرت الکتریکی است.

۸۲ـ Calorie واحد حرارت است و برابر با مقدار حرارتی است که اگر بیك گرم آب بدهیم یکدرجه گرمتر شود.

۸۳ـ تقریباً ۲۵۲ کالری است علامت اختصاریش .B.T.U است.

این سئوال را بی‌ربط و بی‌معنی میدانستند . حتی خود **اینشتین** (۸٤) کبیر نیز شاید فکر بمب یا پیل اتمی را هم نکرده بود زیرا سالها تجربه وصبر و پشت کار لازم بود تا فرمول مشهور $E=MC^2$ او (۸۵) از عالم نظر بعالم عمل وارد شود و بصورت یك قانون فیزیکی در آید (درباره فرمول $E=MC^2$ بعداً بیشتر صحبت خواهم کرد).

اگر دوباره باتوم ساده‌ی هلیوم که در هسته‌اش ۲ پروتون و ۲ نوترون وجود دارد توجه کنیم ممکن است مطالب بیشتری درباره‌ی رابطه‌ی عجیب بین ماده و انرژی بیاموزیم . هنگامیکه دانشمندان دست بکار اندازه گیری های دقیق جرم یا وزن پروتون و نوترون شدند اتفاق جالب توجهی افتاد . عمل باین سادگیها که فکر کرده بودند نبود . ووزن هسته‌ی هلیوم درست مساوی وزن ۲ پروتون و ۲ نوترون نمیشد (باید بخاطر داشته باشیم که وزن الکترونها بقدری ناچیز است که وزن هر اتم تقریباً برابر وزن هسته‌ی آنست.) بلکه کمی کمتر بود . اینطور بنظر میآمد که طبیعت وقتی مشغول ساختن اتم هلیوم بوده است ظاهراً قدری از جرم هسته‌ی آن ناپدید شده و بصورت انرژی در آمده است .

این تفاوت جرم هسته‌ی هلیوم واقعاً چه شده بود ؟ آیا طبق فرمول ریاضی که **دکتر آلبرت اینشتین** توصیه کرده است (بسال ۱۹۰۵) تبدیل بانرژی گردیده ؟ نابغهٔ بزرك، اینشتین، حتی چندین سال قبل هم عقیده داشت که

۸٤- Einstein

۸۵- این فرمول رابطه‌ی بین جرم و انرژی را نشان میدهد و در آن E انرژی و M جرم و C سرعت نور است. مترجم.

انرژی و ماده دو صورت مختلف یك حقیقت واحد هستند و بدنبال همین عقیده بود که فرمول مشهورش، $E=MC^2$ را منتشر کرد که جهان را تکان داد. در این فرمول E برابر انرژی، M برابر جرم، و C برابر سرعت نور میباشد. با آنکه بسیاری از دانشمندان در آنزمان با عقیده‌ی دکتر اینشتین موافق نبودند ولی این حقیقت وحشتناك پس از انفجار اولین بمب اتمی بثبوت رسید. فرمول ریاضی اینشتین شاید با اهمیت‌ترین فرمولی باشد که تاکنون در تاریخ بشر نگاشته شده است.

اکنون برگردیم بموضوع تناقضی که درباره‌ی وزن هسته‌ی هلیوم پیش آمده بود. بدواً با اندازه گیریهای دقیق معلوم شده بود که جرم پروتون درست برابر واحد نیست بلکه مساوی ۱٫۰۰۷۵۸ و جرم نوترون ۱٫۰۰۸۹۳ میباشد که تقریباً و عملا یکسانند. چون هسته‌ی هلیوم از ۲ پروتون و ۲ نوترون ساخته شده و جرم دو پروتون برابر ۱٫۰۰۷۵۸ × ۲ یا ۲٫۰۱۵۱۶ و جرم ۲ نوترون برابر ۱٫۰۰۸۹۳ × ۲ یا ۲٫۰۱۷۸۶ میباشد پس جرم هسته‌ی هلیوم که حاصل جمع این دو عدد است برابر میشود با ۴٫۰۳۳۰۲. ولی آزمایش نشان میدهد که جرم هسته‌ی اتم هلیوم مساوی ۴٫۰۳۳۰۲ نبوده بلکه ۴٫۰۰۲۸۰ میباشد که کمی کمتر از جرم نظری آنست و اختلاف آندو به ۰٫۰۳۰۲۲ بالغ میشود. همین جزء کوچك از جرم هسته (درحدود $\frac{۳}{۴۰۰}$ جرم هسته) است که هنگامیکه طبیعت اتم هلیوم را درست میکرده بنوعی از بین رفته است. اما باید دید این جزء کوچك جرم چطور شده و کجا رفته است؟.

چنانکه اکنون معلوم گردیده، در دنیای انرژی هسته‌ای، جرم

۰٫۰۳۰۲۲ گرم قابل صرفنظر کردن نیست. اگر همین جزء کوچك جرم را، که متعلق بچند بیلیون (۸٦) اتم میباشد، ناگهان زیر صندلی ما بانرژی تبدیل کنند نتیجه‌ی بسیار غم انگیزی ببار خواهد آمد.

به بیان ساده‌تر، این تناقض در جرم هسته‌ی هلیوم بالغ بر ۳ واحد در مقابل ٤۰۰ واحد است (یعنی در هر چهار صد گرم، سه گرم تفاوت وجود دارد). هنگام تشکیل یك گرم هلیوم از ایدرژن اگر همین $\frac{۳}{٤۰۰}$ تفاوتی که بیان کردیم تبدیل بانرژی الکتریکی شود بوسیله‌ی آن میتوان ۲۰۰٫۰۰۰ چراغ صدواتی (صدشمعی) را تا مدت ۱۰ ساعت روشن نگاهداشت! وقتی ما با تبدیل انرژی و ماده بیکدیگر مواجه هستیم نمیتوانیم از ماده حتی بقدر یك سرسنجاق هم که باشد صرفنظر کنیم.

اکنون بعضی از دانشمندانیکه در هسته‌ی اتم کار میکنند معتقدند حرارت فوق‌العاده زیادی که دائماً در کوره‌ی آفتابی بزرك ما یعنی خورشید تولید میشود براثر ترکیب دو اتم ایدرژن و تولید یك اتم هلیوم بوجود میآید.

ظاهراً در هسته‌ی اتمها پس از هر انفجار و تولید انرژی اتمی یا انرژی هسته‌ای سازمان جدیدی بوجود میآید و هسته‌ی جدید همیشه حالت پایدارتری نسبت بهسته‌ی قبل دارد. مثل اینکه طبیعت خواهان یکنوع حالت بیطرفی است که در آن حالت اتمها بتوانند پایدارتر و بهتر بمانند. گاهی حالت ثبات و پایداری بلافاصله پس از یك مرتبه تجدید سازمان در هسته ایجاد نمیشود مانند اتم رادیوم. همانطور که قبلا بیان شد این اتم

۸٦ـ هزار میلیون ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰

پس از یك سلسله‌ی طولانی تجدید سازمانهای متنوع باتم پایدار سرب تبدیل میگردد (۸۷) .

قبلا بیان کردیم که اتمها ازلحاظ وزن و پیچیدگی ساختمان درونی با هم تفاوت بسیار دارند وبترتیب که اتمها سنگین‌تر میشوند از لحاظ ساختمان درونی نیز پیچیده‌تر شده و برخی ازاتمها پایداریشان کمتر میشود. مطلب دیگریکه برای دانشمندانیکه در باره‌ی هسته‌ی اتم کار میکنند جالب توجه است اینستکه پروتون‌ها و نوترونها در هسته‌ی اتم چگونه بدورهم جمع وتا این‌درجه بهم بسته‌شده ومجموعه‌ی واحدی را تشکیل داده‌اند . چیزیکه بیشتر حائز اهمیت است این‌موضوع میباشد که‌دانشمندان «فیزیك هسته ای» ما مدتها مبهوت بودند که پروتونها و نوترونها بچه ترتیب درهسته‌ی اتم بدورهم گرد آمده وچنان سخت بهم بسته‌شده‌اندوحال آنکه نوترونهافاقد بارالکتریکی وپروتونها دارای بارمثبتند . باخواندن قسمت اول این کتاب ، فهمیده‌ایم که بارهای الکتریکی مشابه یکدیگررا دفع میکنند وپس‌میزنند واکنون متحیریم که‌چگونه این بسته‌ی کوچك ظریف ، یعنی‌هسته‌ی اتم، خودبخود ازهم نمیپاشد ، وحتی‌یك قدم هم از اینجا بالاتر گذاشته میگوئیم چگونه از اول پروتون ها و نوترونها را توانسته اندد رکنارهم جای دهند ؟ وقتی دو توپ پینك پونك راکه‌دارای بارمثبت باشند نزدیك هم بگذاریم یکدیگر راعقب میزنند . پس چرا پروتونها این کاررا نمیکنند؟ آیا وجودنوترونها مانع‌این عمل است؟ بغیر

۸۷ـ دراین‌مورد بزیرنویس شماره‌ی(۷۶) همین فصل‌مراجعه کنید.

ازاتم ایدرژن که فقط دارای یك پروتون ویك الکترون است (۸۸) سایر اتمها دارای مقداری نوترون میباشند که تقریباً معادل عده ی پروتون آنهاست. آیا همین نوترونها مانع فرار پروتونها، که دشمنان الکتریکی همند، ازیکدیگر میشوند؟

بنظر نمیرسد که تاکنون کسی جواب کاملی باین مسئله داده باشدو نظریه‌هائیکه دراین خصوص پیشرفت کرده بقدری بغرنج و پیچیده میباشد که ازحوصله‌ی این کتاب خارج است.

اکنون میتوانیم فکرمانرا بجانب امر جالبی که قبلا ممکن نبود بخاطرما خطور کندمنعطف سازیم. دانستیم که وقتی دواتوم ایدرژن باهم ترکیب شده ویك اتوم هلیوم را تشکیل دهند مقداری ازجرم بصورت انرژی ازبین میرود. خلاصه بهنگام ساختمان اتومهایاترکیب اتمهای سبك برای ساختن اتمهای سنگین‌تر، ممکن است مقداری انرژی تولید شود.

رادیوم وسایرعناصر رادیو آکتیو برعکس قاعده بالا رفتارمیکنند بدین‌معنی که اینها دائماً در حال درهم شکستن و کاهش وزن هستند و مقدار کمی از این وزن یاجرم بانرژی تبدیل میشود. بنا براین معلوم میشود که انرژی هم «بطریقه‌ی افزایش» یعنی بهنگام ساختمان اتومها وهم بهنگام خردشدن اتمها تولید میشود.

مقدارانرژیکه براثراستحاله‌ی ماده بانرژی، بهنگام تشکیل یادرهم شکستن اتمها تولید میشود بستگی بعاملی دارد که دانشمندان فیزیك

۸۸ـ ایدرژن معمولی دارای یك پروتون ویك الکترون است ولی بعدها درهمین کتاب خواهیم دید که بعضی ازانواع ایدرژن وجود دارد که درهسته‌اش یك الی دونوترون موجود است. مترجم.

هسته‌ای آنرا «ضریب بهم بستگی» (۸۹) مینامند. ضریب بهم بستگی برای هر عنصری حساب شده ودراین محاسبات ایدرژن مبنی قرار گرفته است. ضریب ایدرژن صفراست زیردرهسته‌اش بیش‌ازیك پروتون وجود ندارد ولهذا اصلانمیتواند چنین‌ضریبی داشته باشد. اتمها علاوه برضریب بهم‌بستگی دارای یك‌انرژی «بهم‌بند» (۹۰)نیزمیباشند. «انرژی بهم‌بند» مقداری انرژی‌است که در هر نوع انفجار اتمی‌تولیدومنتشرمیشود. باری قلم فرسائی کامل در این قسمت از ممکن است بشدت باعث اغتشاش ذهن شود.

۸۹- Packing Factor ضریبی است که بمیزان بهـم پیوستگی پروترونها درهسته‌ی اتمها بستگی دارد. مترجم

۹۰- Binding Energy

فصل ششم

پسر عموهای اتمی

ایزوتوپها

ما تا کنون بیشتر باساده ترین اتمهای موجود درطبیعت ، یعنی با اتمهای ایدرژن وهلیوم سروکار داشتیم . اتمها هرچه بزرگتروسنگین‌تر بشوند بیچیده‌تر نیزشده وعده‌ی پروتونها وتوترونها والکترونهائیکه‌در آنها است بیشتر میشود .

اگر تمام‌عنصرهای ماده‌را که درحدود ۹۵عدد میباشند (مواد اساسی کره‌ای زمین) بترتیب وزن اتمی مرتب کنیم جدولی‌بنام **جدول تناوبی** تشکیل میشود . این جدول ازسبکترین اتم ، یعنی ایدرژن، شروع و بسنگین‌ترین اتمها که اورانیوم است ختم میشود (۹۱) .

۹۱ـ جدولیکه دارای ۹۵ عنصر باشد باورانیوم ختم نمیشود بلکه به آمریسیوم که شماره‌ی اتمیش ۹۵ است‌ختم میشود. زیرا اورانیوم، بشماره‌ی اتمی ۹۲، نودودومین عنصر جدول تناوبی است. برای کسب اطلاع بیشتری بجدول تناوبی در فهرست لغات علمی مندرج در آخر این کتاب مراجعه شود . مترجم

فیزیکدانانیکه درهسته‌ی اتم کار میکنند نیزاتم ، را بهمین ترتیب مرتب مینمایند وعلاوه براین دو عددنیزهمراه هراتم مینویسند.مثلابجای اورانیوم مینویسند$_{۹۲}U^{۲۳۸}$.عدد ۲۳۸ وزن اتمی وعدد ۹۲ شماره‌ی پروتونهای موجوددرهسته و درضمن شماری ترتیب اتوم اورانیوم را در جدول تناوبی نشان‌میدهد . درهسته‌ی اورانیوم ۱٤٦ نوترون نیزهمراه بااین ۹۲ پروتون‌وجوددارد . ازجمع ۲٤٦ و۹۲عدد ۲۳۸ بدست میآید که همان وزن اتمی میباشد .

مثلا وزن اتمی کربن ۱۲ است زیرا هسته‌اش دارای ٦ پروتون و ٦ نوترون است . (۱۲ = ٦ + ٦) و بهمین جهت کربون را بصورت $_{٦}C^{۱۲}$ نشان میدهند . در هسته‌ی اتم لیتیوم (۹۲) ۳ پروتون و ٤ نوترون موجوداست . بنابراین وزن‌اتمی لیتیوم ۷ میباشد وهمین طور الی آخر.اگرمطالعات ما دراتم بیش‌ازاینکه فعلا هست میبود ، ملاحظه میکردیم که‌جدول تناوبی ابداً باین سادگی که بنظرمیرسد نیست . بین عناصر جدول تناوبی ، درچندین محل باید اتمهای جدیدیرا جای داد که میتوان آنهارا پسر عموی بعضی از اتمهای مندرج در جدول نامید زیرا شباهت آنها بیکدیگربحدی است که‌عملا یکی هستند درصوتیکه واقعاً باهم‌فرق‌دارند . مثلا مادرحقیقت سه‌نوع اتوم‌ایدرژن‌داریم . یکنوع‌همان ایدرژن معمولی است که باآن بالون را پرمیکنیم . این‌ایدرژن معمولی بتوسط شیمی دانها وفیزیك‌دانهای ما کـه‌درهسته‌ی اتم کارمیکنند $H^{۱}$ نمایش داده شده.نوع‌دوم‌ایدرژن باعلامت $H^{۲}$ نشان داده میشود . وزن

۹۲ـ Lithium سومین اتم درجدول تناوبی‌است. فلزی است‌سبك و قلیائی. مترجم

اتمی ایدرژن معمولی تقریبا یك است در صورتیکه وزن اتمی این نوع ایدرژن ۲ میباشد. وقتی این ایدرژن کشف شد (در اوائل سال ۱۹۳۰) بنام **دوتریوم**(۹۳) وهسته‌اش **دوترون**(۹٤) نامیده شد. این ایدرژن که به **ایدرژن سنگین** نیز معروف شده عنصر جدیدی در طبیعت نبود بلکه عنصری تازه کشف شده بود بدین معنی که هرجا ایدرژن سبك معمولی پیدا میشود ایدرژن سنگین هم یافت میشود. درمقابل یك اتم ایدرژن سنگین ۵۰۰۰ اتم ایدرژن معمولی وجود دارد. هر گاه بطریق مخصوص بیشتر اتم‌های ایدرژن معمولی را از آب (H_2O) خارج کنیم، آبیکه باقی میماند سنگین‌تر از آب معمولی است و **آب سنگین** نامیده میشود.

نوع سوم ایدرژن نیز یکنوع ایدرژن سنگین است که از دوتریم هم سنگین‌تر میباشد و **تریتیوم**(۹۵) نامیده شده و اکنون باعلامت H^3 نشان داده میشود. درشکل ۲٤ ملاحظه میکنیم که هرسه شکل ایدرژن فقط دارای یك الکترون میباشند که بدور هسته آنها میگردد.

اینگونه اتمها را که فقط درسازمانهای هسته‌ای باهم اختلاف دارند **ایزوتوپ**(۹٦) گویند و شباهت آنها بیکدیگر بحدی است که ما میتوانیم آنها را «پسرعموهای اتمی» بنامیم.

بسیاری از عناصر شیمیائی مندرج در جدول تناوبی دارای پسر عموهای اتمی، یعنی دارای ایزوتوپهائی هستند. بعضی از این ایزوتوپ‌ها

---

۹۳ - Deuterium
۹٤ - Deuteron
۹۵ - Tritium
۹٦ - Isotope

بمقادیر بسیار کمی همراه با عنصر معمولی درطبیعت یافت میشوند. بعضی دیگر را مصنوعاً بوسیله‌ی بمباران عناصر عادی درسایکلوترون (۹۷) یادر پیلهای اتمی میسازند. در این گونه موارد هسته‌ی اتمها را بزوروادار بتغییراتی میکنند که منجر بتولید ایزوتوپها میگردد و آنوقت چون بدین ترتیب انقلابی در هسته پیدا میشود آنرا مستعد ترکیدن میسازد. بهمین دلیل این هسته‌ها ناپایدارند و برای رفع انقلاب درونی متمایل بایجاد سازمان نوی میباشند (۹۸). مثلا کربن دارای سه‌شکل است که دوشکل آن طبیعی و یکی مصنوعی است ودر پیل اتمی تهیه میشود. اولین ایزوتوپ کربن که هسته‌اش دارای هفت نوترون است باوجود آنکه یك نوترون بیش از کربن معمولی دارد باز هم از تعادل نسبتاً خوبی بهره‌مند بوده و پایدار میباشد. ولی وقتی، بزور تشعشع نیرومند پیل اتمی، یك نوترون دیگر بهسته‌ی همین کربن اضافه شود ناپایدار میشود. به بیان دیگر اتمهای کربن که بدین ترتیب آسیب میبینند، رادیو آکتیو میشوند. این اتمها در صدد ند ذراتی را از خود بیرون ریخته و بحال آرامش و آسودگی درآیند.

اختلافیکه ایزوتوپها با عناصر معمولی وابسته بخود دارند فقط منحصر بهمان اختلاف وزن اتمی آنها میباشد و بس یعنی خواص شیمیائی و

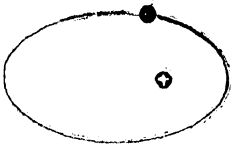
۹۷- Cyclotron شرح ایندستگاه بعداً بتفصیل خواهد آمد. مترجم.

۹۸- چون بنای طبیعت بر پایداری و تعادل است، در هسته‌ی این اتمها که بدین ترتیب مصنوعاً ناپایدار شده‌اند خود بخود انقلابی پیدا میشود و ذرات واشعه‌ای از آن خارج میگردد تا سازمان جدید و پایداری پدید آید. این ایزوتوپها که بدین ترتیب دائماً وخود بخود اشعه وذراتی را خارج می کنند ایزوتوپهای رادیو آکتیو نامیده میشوند. مترجم

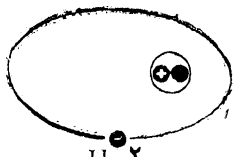
فیزیکی آنها یکسان است ودر حقیقت عناصر معمولی بمنزله‌ی برادران مهمتر واصلی‌تر ایزوتوپهای خودمیباشند . مثلا ما کربنی را که هسته‌اش دارای ٦ نوترون است کربن معمولی مینامیم واتمهای نودونه درصد کربن موجود درطبیعت دارای همین اندازه پروتون میباشند . ایزوتوپ طبیعی کربن هرگز بصورت آزاد درطبیعت وجود نداردوهمیشه مخلوط باکربن معمولی است ومقدارش فقط یك‌درصد کربن معمولی میباشد . هسته‌ی این ایزوتوپ دارای٦ پروتون و٧ نوترون است وهرگاه درمعرض تشعشع یك پیل اتمی قرارگیرد و در نتیجه یك نوترون دیگر وارد هسته‌اش بشود (بطوریکه ٨ نوترون وفقط ٦ پروتون داشته باشد) حالت عدم تعادلی در هسته ایجاد میشود کـه خـود بخود باعث رادیو آکتیو شدن این عنصر میگردد .

اکنون مدتها است میدانند میل ترکیبی شیمیائی بین عناصر و ترکیبات مختلفه‌معلول تبادل الکترونهای مدارهای خارجی اتمهااست. این الکترونها را الکترونهای ظرفیت مینامند . بآسانی میتوان فهمید چرا ایزوتوپ‌های یك‌عنصر ازهمان خواص شیمیائی عنصر اصلی بهره‌مندهستند. باآنکه اولین ایزوتوپ کربن دارای ٧ نوترون ودومین ایزوتوپ دارای ٨ نوترون و کربن معمولی فقط دارای ٦ نوترون است، تعداد پروتون‌ها والکترونهای تمام آنها یکسان ومساوی ٦ پروتون و٦ الکترون است . این مطلب بیان میکند که چرا ایزوتوپ‌ها با وجود اختلاف وزن اتمی دارای خواص شیمیائی واحدی هستند . چـون نـوترونها دارای بـار الکتریکی نمیباشند نبایداز آنها انتظارداشت که وقتی بهسته‌ی اتمی وارد شدندرابطه یـا شماره‌ی پروتون ها (+) و الکترونهای (-) آن را

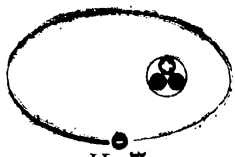
ایزوتوپهای ایدروژن



H ۱
ایدروژن « سبك »
(پروتیوم)
پایدار (صد رادیو آکتیو)
سازمان هسته :
عددی پروتونها ۱
عددی نوترونها —
جرم اتمی ۱
شماره‌ی اتمی ۱
عددی الکترونها ۱
۹۹/۹۸ درصد ایدروژن موجود در طبیعت را تشکیل میدهد



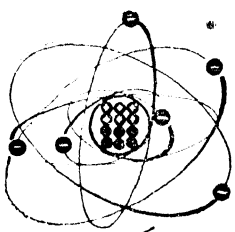
H ۲
ایدروژن « سنگین »
(دوتریوم)
پایدار (صد رادیو آکتیو)
سازمان هسته
عددی پروتونها ۱
عددی نوترونها ۱
جرم اتمی ۲
شماره‌ی اتمی ۱
عددی الکترونها ۱
۰/۱۵ درصد در طبیعت



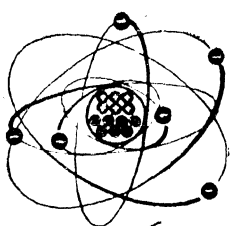
H ۳
ایدروژن « سه وزن »
(ترتیوم)
ناپایدار (رادیو آکتیو)
سازمان هسته :
عددی پروتونها ۱
عددی نوترونها ۲
جرم اتمی ۳
شماره‌ی اتمی ۱
عددی الکترونها ۱
مقدار خیلی اندك و جزئی در اثر اشعه‌ی کیهانی در طبیعت تولید میشود ، ولی آنرا بمقدار زیاد بطور مصنوعی بوسیله‌ی سیکلوترون تهیه می‌کنند . نصف عمرش ۱۲ سال است

ایزوتوپهای کربن

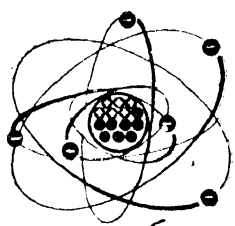
الکترون
پروتون
نوترون



کربن ۱۲
پایدار
سازمان هسته :
عددی پروتونها ۶
عددی نوترونها ۶
جرم اتمی ۱۲
شماره‌ی اتمی ۶
عددی الکترونها ۶
۹۹ درصد کربن موجود در طبیعت را تشکیل میدهد



کربن ۱۳
پایدار
سازمان هسته :
عددی پروتونها ۶
عددی نوترونها ۷
جرم اتمی ۱۳
شماره‌ی اتمی ۶
عددی الکترونها ۶
۱ درصد در طبیعت



کربن ۱۴
ناپایدار (رادیو آکتیو)
سازمان هسته :
عددی پروتونها ۶
عددی نوترونها ۸
جرم اتمی ۱۴
شماره‌ی اتمی ۶
عددی الکترونها ۶
در طبیعت موجود نیست . فوریمان اتمی برای کربن خیلی ساخت میشود ، نیمه عمرش در حدود ۵۰۰۰ سال است .

شکل ۲۴ - (بالا) سازمان اتم ایدرژن ودو ایزوتوپ H۲ و H۳ آن
(پائین) سازمان اتمهای کربن ۱۲ و ۱۳ و ۱۴

بهم بزنند . ایزوتوپها فقط مربوط به نوترونها هستند .

باستثنای ایزوتوپهائیکه اکنون مصنوعاً بوسیله‌ی پیل‌های اتمی

ساخته میشوند، عده‌ی ایزوتوپ های طبیعی درحدود ۲۷۰ و عده‌ی تمام ایزوتوپ‌ها ٦۷۰ میباشد. بعضی عناصر تا ۸ ایزوتوپ و بعضی فقط یك ایزوتوپ دارند. باآنکه عده‌ی ایزوتوپ‌ها بیش‌ازعناصر اصلی‌مندرج در جدول تناوبی است مقدار نسبی بسیار کمی از ماده‌ی جهان را تشکیل میدهند.

تهیه‌ی ایزوتوپهای مصنوعی رادیو آکتیو، که ازمتفرعات برنامه‌ی انرژی اتمی است، بوسیله‌ی بمباران بانوترون درپیل‌اتمی صورت میگیرد وفعلا یکی ازنویدبخش‌ترین کاوش‌ها است (این نوترونها بوسیله‌ی‌هسته‌ی اتمهائیکه درمعرض‌بمباران قرار گرفته‌اند گرفتار وبسایر نوترونهای‌هسته اضافه میشوند). این گونه مواد رادیو آکتیو ملایم امروزه درکاوش‌های پزشکی وحتی‌درمعالجه‌ی بعضی ازامراض بکارمیروند. اهمیت‌این‌مواد، که بعنوان یك ابراز تحقیق درپزشکی بکارمیروند، بسیارزیاد است‌زیرا محل‌وخط سیر آنها را دربدن‌انسان میتوان پیدا کرد.

بعللی که در اینجا نیازی ببحث در آن نیست، فیزیکدانانیکه در هسته‌ی اتم کار میکنند ارزش رادیو آکتیویته‌ی ایزوتوپ ها را (همه‌ی ایزوتوپ‌ها رادیو آکتیو نیستند) برحسب «نصف‌عمر» بیان میکنند. «نصف عمر» مدتی‌است که طول‌میکشد تانصف یك‌ماده‌ی رادیو آکتیو تجزیه و تبدیل‌شود (۹۹). نصف‌عمرمواد مختلف‌رادیو آکتیو بمدتی کمترازمیلیونیم

۹۹- نصف‌عمر Half - Life یك‌ماده‌ی‌رادیو آکتیو ربطی بمقدار آن ندارد یعنی مدتی که طول‌میکشد تانصف یك گرم رادیوم تجزیه شود برای‌یك کیلوگرم رادیوم هم، همینقدر است. نصف عمر رادیوم تقریباً ۱٦۰۰ سال است یعنی یك‌قطعه‌رادیوم پس‌ازهر ۱٦۰۰ سال نصف‌میشود. مترجم

ثانیه الی میلیونها سال ممکن است برسد . شاید مثال زیر معنی « نصف عمر » را روشن‌تر سازد . قطعه یخی را تصور کنیم که هر روز نصف آن ذوب شود . پس روز اول نصف آن ذوب شده و نصف دیگر باقی میماند . روز دوم نصف آنچه که مانده ذوب میشود و نصف دیگر باقی میماند یعنی درحقیقت مقدار یخی که روز دوم باقیمانده ربع قطعه یخ اولی است . روز سوم نصف آن ذوب میشود وقتی علیهذا پس قطعه یخ مزبور هر روز نصف روز قبل میشود و در این صورت میتوان گفت که نصف عمر این قطعه یخ یك روز است .

فصل هفتم

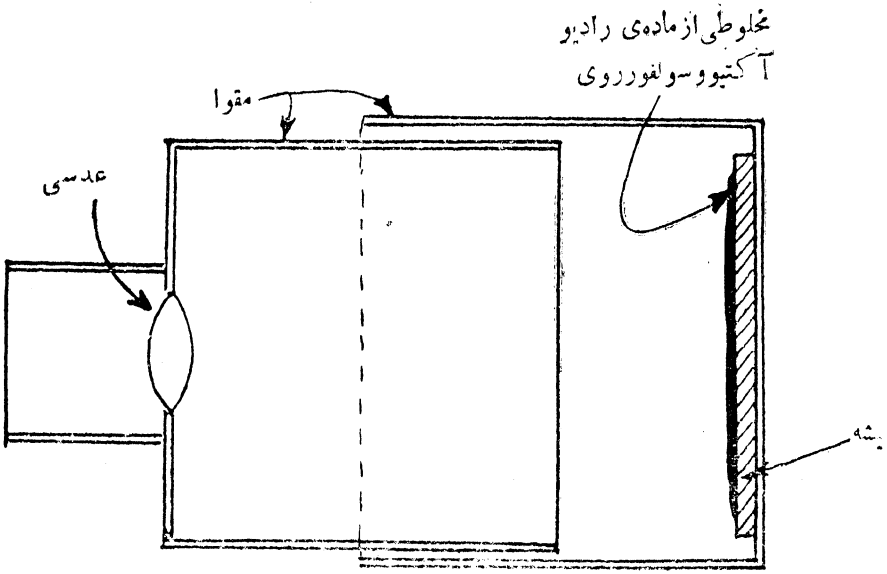
تماشای گلوله‌ها و انفجارهای اتمی

هر کس که تازه دست بکاوش‌های اتمی زده‌است میتواند یکی از سحرانگیزترین دستگاههای اتمی‌را بقیمتی ناچیز یاحتی بمفت بسازد و با آن آثار خیره کننده‌ی انفجار اتمهارا بچشم به بیند.

ایندستگاه **سپینتاریسکوپ** (۱۰۰) نام‌دارد و بسال ۱۹۰۳ بدست **سر ویلیام کروکس** اختراع‌شده است و اغلب‌مواداولیه‌ی ساده‌ایکه در ساختمان آن بکارمیرود درخانه پیدامیشود.

نخست باید، همانطور که درشکل ۲۵ نموده‌شده، دوربینی بشکل یك جعبه‌ی مقوائی بسازیم. این دوربین باید ازمقوای نسبتاً کلفتی تهیه‌شود ودرمحل‌هائیکه‌میخواهیم مقواراتاکنیم بایداول باچاقوی تیزی خط بکشیم. برای محکم کاری گوشه‌ها ومحل‌های اتصال روی آنها نوار چسب کاغذی میچسبانیم وبالاخره داخل جعبه‌را باکاغذ سیاه‌مات میپوشانیم وباین ترتیب

کارساختمان جعبه تمام میشود . اکنون میان یکی ازدیواره‌های جعبه سوراخی درست میکنیم ویك‌ذره بین کوچك (محدب‌الطرفین) را بوسیله‌ی چسبی که مخصوص این قبیل کارهاست در آن سوراخ کار میگذاریم (۱۰۱)



شکل ۲۵ - تصویر یك سپینتاریسکوپ ساده‌ی دست ساز. شیشه‌ایکه در طرف راست این شکل در ته قوطی مقوائی چسبیده ازمخلوط یك ماده‌ی رادیو آکتیو وسولفور روی پوشیده شده ووقتی ازطرف دیگر قوطی یعنی ازپشت عدسی بآن نگاه کنیم نقاطی را می بینیم که مثل چشمك زدن ستارگان برق برق میزنند . این کیفیت دراثر انفجار اتمهای ماده‌ی رادیو آکتیو بظهور میرسد .

۱۰۱ـ اگر بچسب مخصوص دسترسی نباشدمیتوان بدین‌طریق عمل کرد. دیواره‌ایکه محل نصب عدسی است ازدوورقه‌ی مقوا اختیار کرده‌و سوراخیکه کوچکتر ازعدسی باشد درمیان آن بازمیکنیم. بعدعدسیرا بین دوورقه‌ی مقوا درمقابل سوراخ قرارداده ودو ورقه‌ی مقوارا در اطراف سوراخ (که‌عدسی راا‌حاطه کرده) بهم میدوزیم بطوریکه عدسی درجای خودثابت بماند. حال لبه‌های دیواره‌ی مقوائیرا دورتادور بهم‌میدوزیم‌ویا بانوارچسب‌کاغذی میچسبانیم تابصورت ورقه‌ی واحدی درآید. مترجم

اندازه‌ی این عدسی و قدرت آن در کار دستگاه تأثیر زیادی ندارد و همین قدر که دستگاه قابل میزان کردن باشد (۱۰۲) برای ما کفایت میکند.

وقتی اتمهای موادرادیو آکتیو درمقابل بعضی از ترکیبات شیمیائی منفجر بشوند کیفیتی بظهور میرسد که به **فسفرسانس** مشهور است. فسفرسانس درواقع عبارت از نورهائی است که بهنگام بمباران این ترکیبات (بوسیله‌ی ذراتیکه از تجزیه و تحلیل مواد رادیو آکتیو بدست میآید) تولید میشود.

هر گاه محل آزمایش را کاملا تاریك کنیم نتایج حیرت انگیز انفجارهای اتمی را در تاریکی بوضوح میتوان دید.

ماده‌ی رادیو آکتیوی که برای گذاشتن در دستگاه سپینتاریسکوپ لازم است بآسانی وارزانی تهیه میشود. اگر یك ساعت شب نمای خراب و غیرقابل استفاده درمنزل داشته باشیم مقدار ماده‌ی رادیو آکتیوی که از آن بدست میآید برای ساختن چندین سپینتاریسکوپ کافی است و هر کدام ازاینها هزاران سال بیش از سازنده عمر میکند (۱۰۳)

اگر بین اثاثیه‌ی اسقاطی منزل یك ساعت شب نما پیدا نشود میتوان یك ساعت شب نمای مستعمل را ازمغازه‌هائیکه اجناس مستعمل میفروشند بقیمت نیم دلار یا کمی بیشتر خرید.

---

۱۰۲ واین منظور بوسیله‌ی جلو وعقب بردن جعبهٔ حامل عدسی در جعبه‌ی مقوائی دیگری که کمی از آن بزرگتر است تأمین میشود (شکل ۲۵) مترجم.

۱۰۳ - نمره‌های ساعت‌های شب نما باخمیری ساخته میشوند که مخلوطی است از یك ماده‌ی رادیو آکتیو (مثل برمور رادیوم) وسولفور روی. مقدار ماده‌ی رادیو آکتیوی که بکار رفته بی نهایت کم است ودرعین حال هزاران سال دوام دارد. مترجم

بهرحال، صفحه‌ی ساعت‌را برمیداریم ورنگ رادیو آکتیوی که روی‌نمره‌های آن زده‌شده ازروی یکی یا دونمره با چاقو میتراشیم و روی‌یك‌قطعه شیشه‌ی‌تمیزمیریزیم. بعدیك گرم گرد«سولفورروی»(سولفور دوزنك) راکه ماده‌ای «فسفرسان»(۱۰٤) است ومقادیر جزئی آنرا ازهر داروخانه‌ای میتوان‌خرید بآن‌اضافه‌می کنیم وباتیغه‌ی‌پاکیزه‌ی‌چاقواین دو گردرا بهم میآمیزیم وباپهنای تیغه‌ی چاقو باین‌مخلوط فشارمیآوریم تا نرم‌تر شود. این‌عمل سبب میشودکه ذرات ماده‌ی رادیو آکتیوکه از صفحه‌ی ساعت کنده‌ایم ریزتر وباسولفور روی‌بخوبی مخلوط‌شود.

سپس یك‌قطعه‌ی‌کوچك شیشه‌راکه بشود درجعبه‌ی مقوائی کار گذاشت میبریم. اگراسباب شیشه‌بری نداشته باشتم میتوانیم از یك‌تکه شیشه شکسته‌ی لبه تیز بجای اسباب شیشه بری استفاده کنیم. شیشه را برای آن بکار میبریم که گرد رادیو آکتیو و سولفور روی را روی آن بمالیم. برای اینکار نخست سطح شیشه را ازیك طبقه‌ی نازك لعاب یا لاك مخصوصی میپوشانیم وشیشه‌را بوضع افقی نگاه میداریم و همینکه لعاب درهوا کمی غلیظ وچسبنده شد مخلوطرا روی آن‌میپاشیم. (لعاب‌نشاسته یا چسب‌معمولی راکه لوازم التحریر فروشها دارند میتوان بعنوان لعاب مخصوص دراینجا بکار برد. مترجم)

بعنوان‌احتیاط، بهتراست از دست زدن بماده‌ی رادیوآکتیوی که ازصفحه ساعت تراشیده‌ایم خودداری‌کنیم ونگذاریم درهیچ‌نقطه‌باپوست

۱۰٤ ــ مواد فسفرسان موادی هستندکه خاصیت فسفرسانس داشته باشند یعنی در اثرتابش ذرات مواد رادیو آکتیوتولید نورمرئی بکنند. مترجم.



شکل ۲۶ ـ سپینتاریسکوپ کامل دست‌ساز که نقشه‌ی آن در شکل ۲۵ نشان داده شده است

بدن‌ما تماس حاصل کند . برای آنکه مخلـوط روی لعاب چسبناك بطور یکنواخت توزیع شود آنرا باقطعه پارچه‌ی نازکی (گاز) که بالای سطح لعاب زده‌ی شیشه نگاهداشته‌ایم الك‌میکنیم تاهمه جا بـه بهترین وجهی کـه ممکن است بطور یکنواخت بنشیند و سپس لعـاب را میگذاریم خشك شود .

برای احتیاط بیشتری بایـد پس‌از خاتمه کار دستهای خود را بـا

صابون و برس (ماهوت پاك‌های مخصوص شستشوی بدن درحمام) بشوئیم.

سپس قطعه‌ی شیشه‌ایرا که بدین‌ترتیب تهیه کردیم ته‌قوطی مقوائی می‌چسبانیم بطوریکه طرفی از آن که ازماده رادیو آکتیو وسولفوروی پوشیده‌شده مقابل دزه‌بین قرار گیرد. برای‌چسباندن شیشه به‌ته‌قوطی از همان‌چسب مخصوص استفاده می کنیم (۱۰۵)

دور دزه‌بین یك‌لوله چوبی یامقوائی برای‌جای‌چشم میگذاریم که وقتی نگاه‌می کنیم حتی‌المقدور نوری ازخارج واردچشم نشودزیرا نتائج انفجارهای اتمی درتاریکی کامل ببهترین وجه دیده میشود.

برای‌اینکه این آتش بازیهای اتمی‌را بتوانیم مشاهده کنیم باید قبلا چشم خودرا نیز میزان کنیم یعنی‌بتاریکی عادت بدهیم. بنا براین نباید خیلی عجله بخرج‌داد چون ممکن‌است یکدقیقه یابیشتر طول‌بکشد تامردمك چشم بتاریکی عادت کند و درخشندگی پرنوری که مانند چشمك زدن ستارگان است دیده شود. دراین آزمایش ماده جلوی چشمان خود ما منفجر میشود واین انفجارها هزاران سال ادامه دارد. عجیب‌تر آنکه ما برای جلوگیری ازاین انفجارهاهیچ کاری نمیتوانیم بکنیم. حتی اگر ما دستگاه سپینتاریسکوپ کوچك خودراتوی کوه هم بیاندازیم ودر آتش کاملا بسوزانیم اتمهای ماده‌ی رادیو آکتیو که از دستگاه جدا میشوند

۱۰۵ــ این چسب که یك باردیگرهم ذکرشد چسبی است که برای چسبانیدن قطعات چوب ــ شیشه ــ پلاستیك ــ مرمر، بکارمیرود ودرلوله‌هائی مثل خمیردندان بفروش میرسد. بایران هم‌واردشده است قیمت آن زیادهم گران نباید باشد. اگراین چسب را نشود تهیه کرد میتوان دراین مورد بخصوص ازقیر استفاده کرد. مترجم.

باز هم با انفجار خود ادامه خواهند داد مثل آنکه اصلا هیچ امری اتفاق نیافتاده است .

آنچه مادر اینجا می بینیم آثاری است که از متلاشی شدن، یعنی تجزیه شدن اتمهای رادیوم، حاصل میشود و قرنهای بیشماری (۱۰۶) ادامه دارد تا رادیوم تبدیل بسرب که فلزی پایدار است بشود . این تکه‌های کوچك رادیوم که امروز اسباب سرگرمی ما است روزگاری ، یعنی چند میلیون سال پیش ، اورانیوم بوده است ! اورانیوم نیز مانند رادیوم دارای اتمهای قابل انفجاری است که تبدیل باتمهای سبکتری میشوند . این تجزیه و تحلیل باین سادگی‌ها نیست زیرا اورانیوم باید از یك سلسله حالات واسطه‌ای بگذرد تا تبدیل به رادیوم بشود . این کیفیت عبارت از استحاله‌ی (تبدیل یك عنصر بعنصر دیگر) کند وخود بخودی است که بدست طبیعت برقرار شده وفقط طبیعت میتواند آنرا متوقف سازد .

اگر یك قاشق چای خوری رادیوم تازه (معمولا بصورت کلرور یا برمور رادیوم) داشته باشیم ثانیه‌ای پنجاه و دو میلیارد (۵۲/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰) اتم رادیوم متلاشی میشود ولی باوجود این اتمها بقدری کوچند که ۱۶۰۰ سال طول میکشد تا نصف اتمها منفجر شوند . وزن جسم مورد آزمایش تأثیری در اینموضوع ندارد یعنی عمر یك ده میلیونیم گرم که ما از صفحه‌ی ساعت میتراشیم با عمر چندین کیلوگرم آن برابر است .

---

۱۰۶ ـ پس از شانزده قرن نصف یك قطعه‌ی رادیوم (پس از طی یك سلسله تحولات) تبدیل بسرب میشود . شانزده قرن دیگر طول میکشد تا نصف قسمتی که باقیمانده تبدیل بسرب شود و همینطور الی آخر یعنی پس از هر ۱۶ قرنی نصف رادیوم منفجر میشود و باین ترتیب این عمل پایان ندارد.
مترجم

حال بینیم درخشندگی های کـوچك و بیشماری که در تاریکـی سپینتاریسکوپ می بینیم معلول چیست . چنانکه میدانیم اتم های رادیوم خود بخود ازهم میپاشند والکترونهای آزاد (این الکترونها که از رادیوم بیرون میآیند اشعه‌ی بتا نامیده میشوند) ، اتمهای هلیوم (۱۰۷) (که ذرات آلفا نامیده میشوند) واشعه X که (دراین مورد اشعه‌ی گاما نامیده میشوند) از خود خارج میسازند همین ذرات آلفا یعنی، اتمهای هلیوم، باعث میشوند که سولفور روی فسفرسان شده و نور مرئی بیرون بدهد . ذرات آلفا با سرعتی درحدود ۱۲۰۰۰ میل (۱۹۰۰۰ کیلومتر تقریباً) در ثانیه حرکت میکنند و یك میلیگرم رادیوم درحدود ۱۲۶ ملیون ذره‌ی آلفا در ثـانیه بیرون میدهد .

برای آنکه آزمایش بوجه بهتری انجام شود باید قبل از نگاه کردن توی جعبه‌ی سحرانگیز ، تقریباً مدت پنج دقیقه دراطاق تاریکی بمانیم تا مردمك چشم ما برای دیدن آماده شود .

۱۰۷ـ منظور مؤلف از اتمهای هلیوم ، اتمهای هلیومی است کـه الکترونهای خودرا ازدست داده باشند ودر حقیقت فقط هسته‌ی اتم هلیوم باقی مانده باشد. این اتمهای هلیوم که الکترونهای خودرا ازدست داده‌اند هلیون Helion نامیده میشوند. هلیونها همان ذراتی هستند که اشعه‌ی آلفا را میسازند . مترجم .

فصل هشتم

معجزه در یک شیشه ترشی

اتم‌ها ، نیز مانند ذرات مشکله‌ی خود، هرگز دیده نشده‌اند و محققاً احتمال اینکه روزی در تیررس چشم ما قرار گیرند بسیار کم است . بهمین دلیل بسیاری از دانش آموزان که تازه بمطالعه‌ی اتم شروع کرده‌اند تعجب میکنند که ما چطور و از کجا این همه مطلب را درباره چیزهائیکه اینقدر کوچك و نامرئی هستند میدانیم .

این علم بمرور زمان، طی شصت سال گذشته، بابکار بردن مدبرانه‌ترین وسائلیکه تاکنون بدست بشر تهیه شده‌است برای ما حاصل شده. عده کمی از این وسائل شگفت‌انگیز بقدری ساده‌اند که میتوانیم آنهارا بادست در خانه‌ی خود تهیه کنیم. « اطاق ابری » عجیب **ویلسون**(۱۰۸) خیلی چیزها درباره‌ی ماهیت ذرات اصلی بدانشمندان اتمی ما آموخته‌است. این دستگاه همراه با کنتور گایگر(۱۰۹) وسایکلوترون (۱۱۰) والکتریسته نمایکی

---

۱۰۸ - Wilson

۱۰۹ - Gelger . طرز عمل و فایده‌ای این دستگاهرا در فصل بعد مشروحاً میبینیم . نام این دستگاه مربوط بمخترع آن هانس گایگر دانشمند آلمانی است که از ۱۸۸۲ تا ۱۹۴۵ میزیسته . مترجم

ازوسائل اساسی ومهم درجنگ بااتمها بوده است .

اگرقدرت بینائی ما بحد کفایت زیادبود ماخودرا دردنیای شلوغ و هرج‌مرجی (ازلحاظ اتمی)میدیدیم که ازهمه‌طرف ،حتی از آسمان ، ذرات اصلی بسروروی ما میبارد وبعضی از این ذرات دارای سرعتی برابر با هزاران میل‌درثانیه میباشند. ذرات اشعه‌ی مرموز« کیهانی »(۱۱۱) که از فضای دوردست میآیند ما را دائماً بمباران میکنند . درسنگ‌های معدنی که‌حاوی موادرادیواکتیوهستندوظاهراً آرام‌بنظرمیرسنددائماًانفجارهای اتمی صورت‌میگیرد و ازصفحه‌ی درخشان ساعت های شب‌نما نیز ذراتی دائماً خارج ومنتشرمیشود .

دربرخی شرائط بسیارمخصوص میتوان حرکت وسیر این‌ذرات‌را مشاهده‌کرد . این آزمایش با اسبابیکه چند سال پیش بتوسط پروفسور چ. ت. ر. ویلسون(۱۱۲) دانشمندان اسکاتلندی ، اختراع‌شد بعمل میآید . دراین‌دستگاه الکترونها وسایر ذرات مشکله‌ی اتم‌ها را درحال حرکت میتوان دید .

← ۱۱۰ ـ Cyclitron دستگاهی است که بوسیله آن بالکترون ، پروتون یاذرات آلفا سرعت فوق‌العاده زیاد داده وبرای بمبارانهای اتمی از آن استفاده میکنند . شرح آنرا بعداً خواهیم‌دید . مترجم

۱۱۱ـ Cosmic Rays اشعه‌ای است که از فضای خارج‌جو زمین وارد جو شده بزمین می‌تابند . این‌اشعه که حامل مقادیر معتنابهی انرژی هستند میتوانندتقریباً بتمام‌مواد نفوذ کنند . مبدء این‌اشعه بدرستی‌شناخته نشده ودانشمندان معتقدند که قسمت اعظم اشعه‌ی کیهانی اولیه ازپروتون است بعد در اثر بر خورد این پروتونها باذرات هوا هسته اتمهای هوا شکسته‌شده وذرات دیگری بوجود میآیند که اشعه کیهانی ثانویه نامیده می شوند و بهمین طریق اشعه‌ی کیهانی درجهٔ سوم وچهارم هم تولید میشوند .

«اطاقهای ابری ویلسون» که مخصوص آزمایشگاهها است هنوزهم در کاوشهای اتمی مواردا استعمال فراوان داردو بسیار گران ودارای ساختمان بسیار پیچیده‌ای میباشد . برای کار کردن بااین دستگاهها بایدچندماه تعلیم گرفت . ولی ما باموادساده‌ای میتوانیم دستگاهی شبیه باطاق ابری ویلسون بسازیم که مسیر ذرات کوچك نورانی راکه مانند رشته‌های بسیار نازك و ظریف برق هستند ودراثر عبور ذرات مشکله‌ی اتم ازجو (هوای) مخصوصی تولید میشوند به بینیم ودر این خصوص باید از فیزیکدانهائیکه در «آزمایشگاه ملی بروك هی‌ون»[۱۱۳] کار میکنند تشکر کنیم.

قبلا گفته شده که ذرات مشکله‌ی اتمها دارای پاره‌ای خواص الکتریکی هستند بدین معنی که از لحاظ الکتریکی مثبت ، منفی یا خنثی میباشند . هر گاه یکنوع جو (هوای) بخصوص رامصنوعاً درون یك شیشه ترشی خالی ایجاد کنیم ، این ذرات بهنگام عبور ازاین جو بخصوص یك قسم تراکمی (شبیه به مه) بدنبال خودتولیدمیکنند واین امر با سرعت ذرات مزبور ارتباطی ندارد . (۱۱۴)

اگر این جو را بانور شدیدی بطرز صحیح روشن کنیم رشته‌های

۱۱۲ـ Charles Thomson Rees Wilson فیزیکدان انگلیسی متولد ۱۸۶۹ . برنده جایزه نوبل سال ۱۹۲۷ برای اختراع «اطاق ابری» که شرح آن دراین فصل ذکر میشود . مترجم

۱۱۳ ـ Brookhaven National Laobratory آزمایش گاه تحقیقات اتمی است که در بروك هی‌ون واقع درجنوب شرقی نیویورك قرار دارد . مترجم

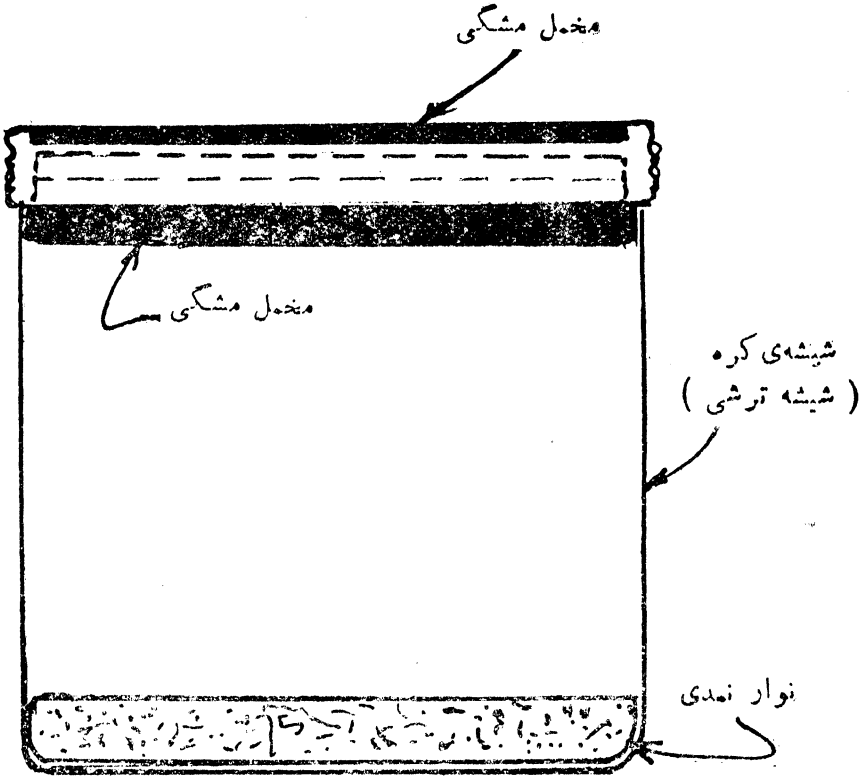
۱۱۴ـ منظور ازشیشه ترشی یك شیشه‌ی دهان گشاداست ، البته باید شیشه بیرنك باشد . مترجم

نازك‌مه را که بدنبال ذرات متحرك باقی میمانند میتوانیم به‌بینیم .

اگر ببارید‌ن‌باران بسطح زمین‌توجه کنیم شایداین موضوع را بهتر بتوان فهمید. هرقطره‌باران نیزعبارت‌ازمقداری بخار آبست که بدورذره‌ی الکتریسیته داری درفضا(که البته‌نه‌اتم‌و نه ازذرات‌اصلی‌است) تراکم‌پیدا کرده وبالاخره تشکیل قطره‌ای را میدهد که آن ذره‌ی الکتریسیته دار بعنوان هسته(مرکز)اش‌میباشد وهمین‌امر، که‌علت پیداشدن باران است، تولید باران مصنوعی را امکان پذیر ساخته بدین معنی کـه یـك ذره‌ی الکتریسیته‌دارباشباع شدن بخار آب کمك کرده باعث تراکم بخارو تبدیل آن به‌مه وسپس بباران میشود .

برای ساختن‌اطاق‌ابری‌نخست بیك‌شیشه‌ی‌دهان گشاد که‌درحدود نیم‌لیتر گنجایش داشته باشد احتیاج داریم. این‌شیشه‌باید درپیچی فلزی‌و یك‌نوع بندو بستی‌داشته‌باشد که محکم بسته‌شود . اگرشیشه‌دارای بندو بست مخصوصی نباشد ، یك‌قطعه بشکل‌دایره‌باندازه‌ی درفلزی شیشه از لاستیك توئی‌اتوبوس‌میبریم وتوی‌درفلزی شیشه میاندازیم (بشکل۲۷)، بعد روی این قرص‌لاستیکی یك قطعه مخمل مشکی‌میچسانیم که‌قطرش کمی‌کمتر ازقطر دایره لاستیك باشد بطوریکه وقتی درشیشه رامیبندیم مانع‌اتصال لاستیك بلبه‌ی شیشه نشود . فایده‌ی قرص مخملی‌مشکی فقط اینستکه‌مابهتر میتوانیم‌داخل‌شیشه‌را به‌بینیم‌زیرارد‌پای ذرات‌اصلی‌اتم‌مقابل یك‌زمینه‌ی‌سیاه بهتردیده میشود. برای تکمیل ساختمان‌اطاق‌عجائب‌اتمی خود بیك‌یادوفوت (۱۱۵) نوارنمدی‌معمولی، که برای گرفتن‌درز پنجره‌ها

۱۱۵ـ یك‌فوت که واحدطول انگلیسی وامریکائیست تقریباً ۳۰ر۵ سانتیمتر است . مترجم



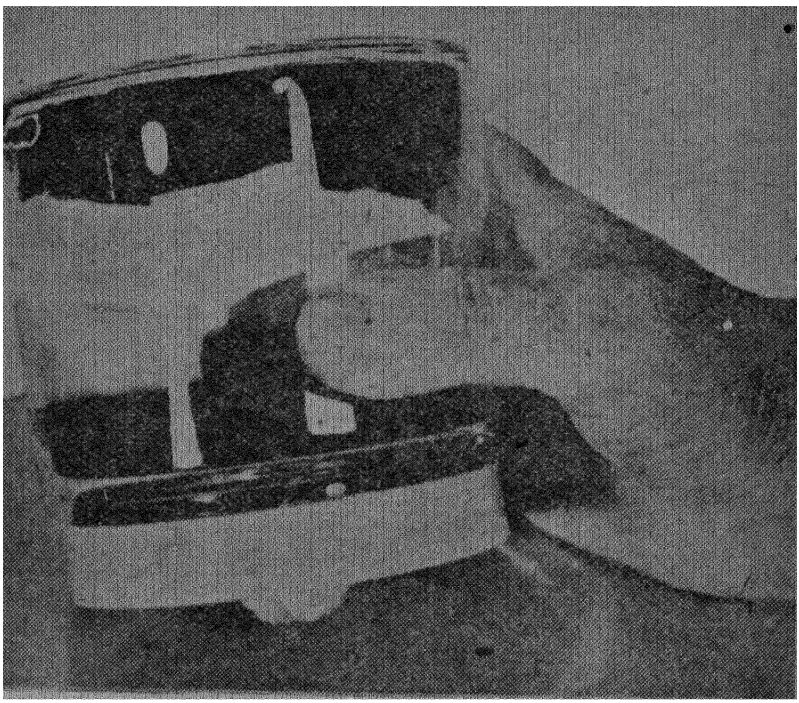
شکل ۲۷ ـ جزئیات ساختمان ساده‌ی یك اطاق ابری ویلسون که در آن مسیر حرکت ذرات اتمی واشعه‌ی کیهانی را میتوان دید .

درخانه مصرف میشود ، نیز احتیاج داریم و آنرا میتوان از یکی از این مغازه‌های «پنج سنتی و ده سنتی» (۱۱٦) تهیه کرد . یك قطعه از این نوار نمدی را دور تا دور دهانه‌ی شیشه و یك قطعه‌ی دیگر را ته شیشه دور تا دیواره از داخل

---

۱۱٦ ـ 5 – ond 10–cent store مغازه‌هائی درامریکا هستند که بسیاری از اشیاء خودرا بقیمت ۵ تا ۱۰ سنت میفروشند (هردلار صد سنت است) رویهمرفته تمام اجناس اینگونه مغازه‌ها ارزان است . میتوان این گونه مغازه‌هارا بفروشنده‌های خودمان که میگویند «هرچه میخواهی به ۱۰ ریال» تشبیه کرد. مترجم

میچسبانیم . برای این منظور میتوان از همان چسب مخصوص استفاده کرد .



شکل ۲۸ ـ اطاق ابری کامل ویلسون در یك شیشه .

چیزهای دیگری که احتیاج داریم عبارتند از یك قوطی حلبی که قدری گشادتر از بدنه‌ی شیشه باشد ، قدری الکل متیلیك (۱۱۷) ، یك بسته پنبه وقدری گاز کربونیك منجمد که نام تجاریتش «یخ خشك» میباشد و میتوان

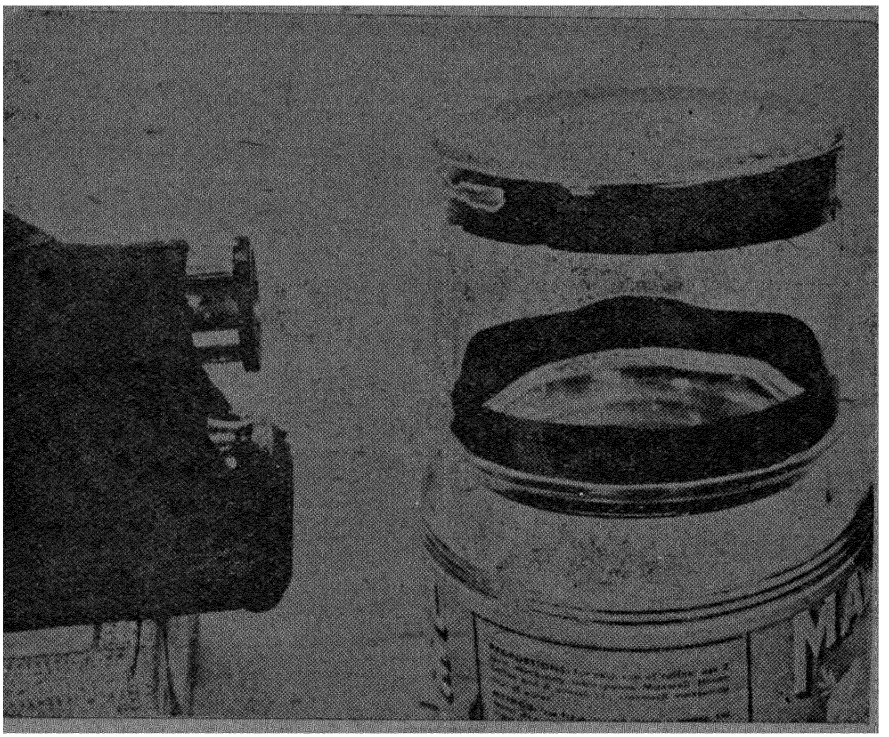
۱۱۷ـ این الکل سبکتر از الکل معمولی است وزودتر از آن بخار میشود. جسمی است سمی و در صنعت بکار لاك الکل سازی میخورد. مترجم

آنرا از بستنی‌فروشهای بزرگ خرید (۱۱۸) همچنین بیك‌نورافکن‌قوی نیز احتیاج‌داریم و بجای آن ممکن است ازدستگاه سینمای خانگی یا از پروژکتور استفاده کرد (البته مقصود فقط روشن کردن‌داخل‌اطاق‌ویلسون است). بهرحال نورافکن‌رادریك‌اطاق تاریك نزدیك‌بشیشه نگاهداشته وقبل از شروع آزمایش عملیات زیر راانجام میدهیم :

ابتدا آنقدر الکل درشیشه میریزم تانمدیکه ته‌شیشه، دور تادور دیواره ازداخل،چسبانیده بودیم کاملا اشباع وخیس‌شود وقدری‌هم‌الکل ته‌شیشه‌جمع شود(تقریباً بارتفاع ۳ میلمتر ته‌شیشه بایستد) . سپس‌درشیشه راکه درداخل ازمخلمل‌مشکی پوشیده‌شده(همان‌طور که‌قبلاشرح‌دادیم) خوب میبندیم وشیشه‌راواژگون میکنیم تازیادی‌الکل که‌ته آن جمع‌شده بود، بخورد نوار نمدیکه دورتادوردهانه‌ی شیشه‌ازداخل‌چسبانده‌ایم برود.

اکنون دیواره وته قوطی حلبی‌را ازداخل ازیك ورقه‌ی نازك‌پنبه میپوشانیم‌وقطعه‌ای یخ خشك را در آن میگذاریم بطوریکه تا نزدیکی دهانه‌ی قوطی برسد و آنگاه‌شیشه‌را همانطور که‌واژگون نگاهداشته‌ایم روی‌یخ‌خشك قرارمیدهیم‌حال اگرمنبع نوررا بشیشه نزدیك‌کرده (البته آزمایش‌باید دراطاقی کاملا‌تاریك بعمل آید.) وبادقت‌نگاه کنیم پس‌از کمی

۱۱۸- یخ خشك (Dry Ice) انیدرید کربونیك منجمد شده‌است. درجه‌ی سرمای آن۷۸٫۵ درجه زیر صفر می‌باشد . جسمی است جامد و سفیدرنك که وقتی درهوای معمولی قرارگیرد آهسته‌آهسته ازحالت جامد بدون مایع شدن یکمرتبه بصورت بخار گازکربونیك درآمده و هوای اطراف‌را فوق‌العاده سردمیکند . یخ‌خشکرا دراروپاو بخصوص درامریکا بآسانی ازمغازه‌های بزرك بستنی‌سازی وحتی سایرمغازه‌ها در جعبه هائی میتوان خرید . درایران تصور نمیرود اصلاوجود داشته‌باشد. مترجم



شکل ۲۹ ـ طرز قرار گرفتن اطاق ابری ویلسون روی یك قطعه گاز کربونیك منجمد ودرمقابل منبع نور برای شروع آزمایش .

مراقبت منظره ایرا میبینیم که ازشادی وتعجب بخودمیلرزیم . این منظره عبارت ازیك رشته‌ی نازك نورانی است که یك ذره‌ی اتمی الکتریسیته‌دار ، هنگام عبوراز بخارالکل درون شیشه ، بدنبال خود باقی گذاشته‌است .فضای درون شیشه ازالکل اشباع شده یعنی بقدری الکل درفضای شیشه وجوددارد که دیگر بیش از آن ممکن نیست. دراین فضاملکولهای الکل بقدری فراوانند که بدنبال بهانه وموقعیتی میگردند که متراکم شوند، یعنی بازهم بهم نزدیکتر شده وحالت مه را پیدا کنند . ولی این عمل بدون محرك صورت نمیگیرد واین تحریك بواسطه‌ی عبوریك ذره‌ی اتمی الکتریسیته‌دار بعمل میآید یعنی در

اثر عبور این ذره‌ی اتمی ، ملکولهای الکل که در اطراف مسیر آن واقع شده‌اند بحالت تراکم در آمده و رشته‌ی نازکی که بچشم ما میرسد درحقیقت همان ملکولهای الکل متراکم شده در اطراف مسیر ذره‌ی اتمی الکتریسیته‌دار است و ماخود آن ذره‌ی اتمی را نمی‌بینیم .

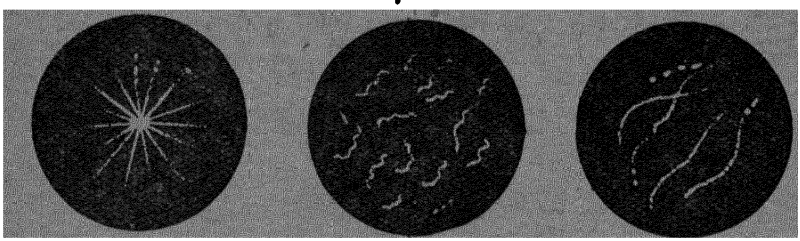
اما این سئوال برای ما باقی میماند که باوجود آنکه اطاق شیشه‌ای عجیب ما کاملا مسدود میباشد، این ذرات الکتریسیته‌دار چگونه وارد آن شده‌اند ؟ این سئوال شبیه بآنست که ما بپرسیم هوا چطور از یك غربال عبور میکند. فاصله‌ی بین اتمها و ملکولهای شیشه نسبت ببزرگی اتمها و ملکولهای مزبور بقدری زیاداست که ذرات ریزیکه اشعه‌ی کیهانی را تشکیل میدهند بآسانی میتوانند از خلال ملکولها و اتم های شیشه عبور کرده واردظرف شیشه‌ای شوند . باین ترتیب ذرات اشعه‌ی کیهانی که دائماً سطح زمین را بمباران میکنند وارد اطاق ابری ساده‌ی ما میشوند و ما بتوسط تراکمی که در ملکولهای الکل ایجاد میکنند بوجود آنها پی میبریم .

منظور از تولید سرما بوسیله‌ی یخ خشك آنستکه بخار الکل را خیلی نزدیك بحالت تراکم سازیم یعنی آنرا بقدری بحال تراکم نزدیك کنیم که عبور یك ذره‌ی کوچك الکتریسیته‌دار عمل تراکم را کامل کند. همه‌ی بچه‌های باهوش میدانند که پائین آوردن درجه‌ی حرارت موجب تراکم بخار آب میشود و بهمین دلیل است که زمستانها وقتی در آشپزخانه غذا میپزند پشت شیشه‌ی پنجره‌ها عرق مینشیند .

کسانیکه سنگ‌های آسمانی یعنی شهاب(۱۱۹) را دیده باشند وقتی عبور

۱۱۹- نقطه‌های نورانی متحرکی که شب در آسمان بنظر میرسند و مانند فشفشه بعداز پیمودن مسافت کوتاهی خاموش میشوند . قدیمیها آنها ←

ذرات اشعه‌ی کیهانی را در جعبه‌ی سحر آمیز اطاق ابری که ما ساخته‌ایم مشاهده کنند بیاد شهاب میافتند . فیزیکدانهائیکه در هسته‌ی اتم کار میکنند بخار متراکم شده‌ی الکل را که در اثر عبور هر ذره‌ی اشعه‌ی کیهانی بدنبال آن ملاحظه میشود «ردپا» گویند . اگر از نزدیك مراقب اطاق سحرانگیز خود باشیم ملاحظه خواهیم کرد که این ردپاها بطور منظم تقریباً ثانیه‌ای یك بار بظهور میرسند . بعضی از آن ذرات بـاچنان سرعت و قـدرتی حـرکت میکنند که ۲۰ میل (۳۲ کیلومتر) در عمق زمین فرو میروند تا بایستند .



شکل ۳۰ ـ ذرات اصلی و اشعه کیهانی بدین شکل در اطاق ابری ویلسون ظاهر میشوند : (۱) ذرات آلفا (۲) اشعه‌ی گاما . (۳) ذرات بتا

اطاق ابری ویلسون ، دانشمندان اتمی ما را بکشف چیزهای بسیاری درباره اشعه‌ی کیهانی و انواع مختلف ذرات اصلی اتم موفق ساخته است . یکی از این چیزها اینستکه بوسیله‌ی اطاق ابری میتوان درباره‌ی عبور ذرات سریع الحرکت از مواد مختلف و ضخامت‌های متفاوت بمطالعه پرداخت .

را تیر شهاب میگفتند ولی در حقیقت عبارتند از سنگهای کوچکی که از خارج کره‌ی زمین بطرف زمین آمده و در اثر برخورد بهوای اطراف کره زمین بسیار گرم شده و بحالت التهاب درمیآیند و گاهی هم آتش میگیرند. این سنگها بالاخره بزمین میافتند چنانکه در ایران هم این موضوع اتفاق افتاده است . سرعت آنها در حدود ۴۰ کیلومتر در ثانیه است و در آن لحظه که دیده میشوند صد تا صد و پنجاه کیلومتر با زمین فاصله دارند. مترجم

فصل نهم

یک کنتور گایگر - مولر بسازیم

اگر چشمان ما بقدر کفایت قوی یعنی تیز بین بود میتوانستیم باران شدید و سنگین ذراتی کوچکتر از اتم را که از ماوراء جو بزمین میبارند مشاهده کنیم . بطور متوسط ثانیه‌ای ۲۰ عدد از ذرات این باران از بدن ما میگذرد. دانشمندان این نوع تشعشع را « **اشعه‌ی کیهانی** » نامیده‌اند زیرا از فضای خارج جو بزمین میرسند . بیشتر ذرات موجود در اشعه‌ی کیهانی را دانشمندان میشناسند زیرا این ذرات با اتمهای موجود در زمین نیز ارتباط دارند و بهمین دلیل اشعه‌ی کیهانی طرف توجه تمام علمای فیزیك که در هسته‌ی اتم کار میکنند میباشد .

خوشبختانه برای کسانیکه تازه دست بآزمایش های اتمی زده‌اند دستگاه نسبتاً ساده‌ای وجود دارد که میتوان آنرا بآسانی در خانه تهیه کرد. این دستگاه میتواند وجود اشعه‌ی کیهانی را که با سرعت زیاد از ماوراء جو بزمین میرسند و نیز وجود ذراتیرا که از « اتمهای محلی » (۱۲۰) بخارج

۱۲۰ـ منظور از اتمهای محلی اتم‌های مواد رادیو آکتیوی است که ممکن است در حوالی محل آزمایش موجود باشد . مترجم

رانده شده‌اند آشکارسازد. مثلا اگر یك ساعت شب‌نما را، که روی صفحه‌اش ترکیبات رادیوم وجود دارد ، باین دستگاه نزدیك کنیم وجـود رادیو اکتیویته‌ی زیادیرا نشان میدهد.

این اسباب ، بنام کسانیکه آنرا اختراع و کامل کردند ، **کنتور گایگر ـ مولر**(۱۲۱) نامیده‌میشود وساختمان آن ازیك رادیوی کوچك یك یا دولامپی پیچیده ترنیست . بسیاری‌ازقطعات رادیو درساختمان این دستگاه بکارمیرودو قسمت مخصوصی که شرح آن خواهد آمد بتوسط کمیسیون انرژی‌اتمی مخصوصاً بـرای دانش آموزان دبیرستان درنظر گرفته و تنظیم شده است .این دستگاه‌را نـه فقط درآزمـایشگاه بـرای آزمایش درباره ی تابش‌های مختلف میتوان بکار برد بلکه برای‌شمارش ذرات اشعه‌ی کیهانی و بـرای کشف معادن اورانیوم در زمین نیزمیتوان استعمال کرد .

دستگاه گایگر ـ مولرازتمام ابزارهائیکه درکاوش های هسته‌ای مصرف میشوند متداول‌تر است . امروز هزارها از این دستگاه نه تنهادر جستجوی معادن اورانیوم مورداستفاده قـرار میگیرد بلکـه بعنوان یك دستگاه کنترل ومراقبت درساختن‌ترکیبات اتمی که ممکن‌است باصطلاح خیلی«گرم»(یعنی خیلی‌رادیواکتیو)باشند نیز بمنظور حفاظت کارگران بکارمیرود، باین ترتیب که وقتی‌این دستگاه در معرض‌تشعشعی که برای سلامتی انسان خطرناك است قرارگیرد بوسیله‌ی عقربـه‌ایکه در مقابل صفحه‌ی مدرجی‌حرکت میکند ،یابوسیله‌ی یك سلسه «تیك تیك های»

Geiger – Muller Counter –۱۲۱

مقطع و بلندو یا بوسیلهٔ روشن کردن چراغ های گاز نئون(*) اعلام خطر میکند

قسمت حساس کنتور گایگر مولر بشکل لوله‌ی شیشه‌ای مخصوص و بسیار ساده‌ای است که از گازی پر شده و دو الکترود فلزی در آن کار گذاشته شده است . ذرات کیهانی یا هسته‌ای از پوشش شیشه‌ای این لوله عبور کرده و بین الکترودها، یعنی بین دو قسمت فلزی داخل لوله ، تولید جریان بسیار ضعیف الکتریکی مینمایند. این جریانها بقدری ضعیف اند که اگر دستگاههای رادیوئی و الکترونی بسیار دقیق همراه این لوله نبود بهیچ وسیله نمیشد بوجود آنها پی برد. این دستگاهها که از طرفی بلوله‌ی حساس گایگر مولر که در فوق شرح دادیم وصل شده اند از طرف دیگر نیز بیك دستگاه (۱۲۲) کنتور مربوط میشوند و ضمناً میتوان قسمت دیگری بدستگاه اضافه کرد که بازاء هر ذره‌ای که وارد لوله‌ی حساس میشود یك نور قرمز در یك لامپ نئون(۱۲۳) یا یك صوت مقطع و بلندی در یك بلندگو یا گوشی تولید شود. تعداد صداها یا یکه در یك ثانیه تولید میشود شدت تشعشع را نشان میدهد .

عملی که در یك لوله حساس گایگر مولر اتفاق میافتد بآسانی فهمیده میشود . هر لحظه که یك ذره‌ی اتمی از پوشش شیشه‌ای لوله عبور کرده وارد لوله میشود یك «ضربان الکتریکی» تولید میکند . تعداد این ضربانها را هم

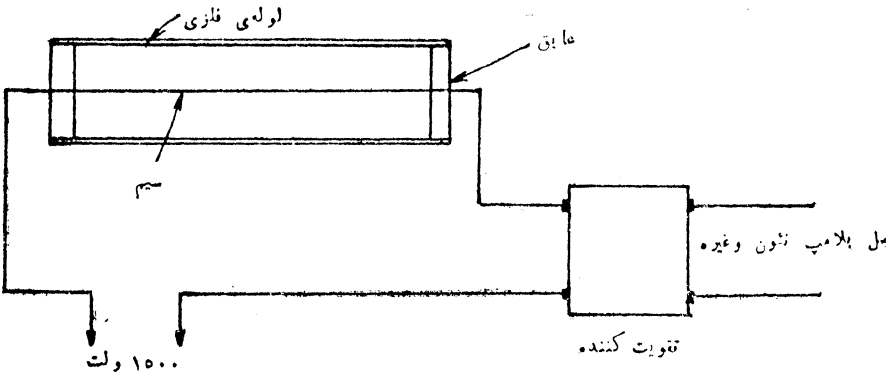
---

۱۲۲ ـ قسمتی است از دستگاه کنتور گایگر که مخصوص شمارش عده‌ی ذراتی است که در ثانیه وارد لوله‌های حساس میشوند. بشرح کنتور گایگر در فهرست لغات علمی آخر کتاب مراجعه شود . مترجم .

۱۲۳ ـ از عنصرهای گازی شکل بی اثر و کمیاب است . چراغ نئون مانند همین لوله‌های قرمز رنگی است که برای تابلو نویسی بکار میرود . این چراغها بصورت لوله‌های باریکی هستند که از گاز نئون با فشار کم پر شده اند و در اثر ولتاژ زیادی که در دو طرف لوله برقرار میکنند گاز نئون نورانی شده تولید نور قرمز رنگی میکند . مترجم

بوسیلهٔ نوروصوت وهم بوسیلهٔ کنتور مخصوص میتوان تعین کرد. این کنتور مخصوص عبارت ازیك اسباب اندازه گیری الکتریکی است که برحسب قوت وضعیف تشعشع اتمی درجه بندی شده است.

شکل ۳۱ اساس لوله‌ی حساس گایگر مولر را نشان میدهد. قسمت‌های اصلی این لوله فقط عبارتست ازدو الکترود فلزی که یکی بشکل یك استوانه‌ی



شکل ۳۱- اساس ساده‌ی کنتور گایگر (☆). وقتی یك شعاع کیهانی وارد دستگاه شود ومسافت کوچك بین لوله‌ی فلزی وسیم را طی کند مقدار بسیار کمی الکتریسیته بین این دو الکترود جاری میشود. همین مقدار جزئی الکتریسیته بوسیله‌ی دستگاههای تقویت کننده ایکه ضمیمه‌ی کنتور گایگر است تقویت شده و آنوقت یا بیك بلند گو یا گالوانومتر فرستاده میشود که یك «تیك» میکند و یا بیك لامپ نئون فرستاده میشود. اغلب اوقات کنتورهای الکتریکی مخصوصی هم متصل بدستگاه است که تعداد اشعه وذرات کیهانی یا ذرات اتمی را نشان میدهند.

(☆) مؤلف در اتصال الکتریکی سیمها در این شکل اشتباه کرده است. لطفاً بشرح وشکل کنتور گایگر در فهرست لغات علمی مندرج در آخر این کتاب مراجعه فرمائید.

فلزی ودیگری بصورت سیمی است که ازمیان استوانه‌ی مزبور، یعنی از میان لوله‌ی حساس، عبور میکند. سیم و استوانه‌ی فلزی (یعنی هردو الکترود) باختلاف پتانسیل نسبتاً زیادی وصل میشوند ولی چون ازلحاظ الکتریکی باهم اتصال ندارند جریان برق بین آنها برقرار نمیشود.

این لوله ها از بعضی گازها نیز پرشده‌اند و هنگامیکه یك ذره‌ی سریع الحرکت وارد این لوله میشود از استوانه‌ی فلزی گذشته و بطرف سیمی که در میان لوله است پیش میرود. وقتی یك ذره که دارای بار الکتریکی است از درون گاز بگذرد البته آن گاز را ایونیزه میکند بدین معنی که بسیاری از اتم‌ها و ملکولهای گاز که در مسیر ذره‌ی مزبور واقع شده‌اند دارای بار الکتریکی میشوند و باین طریق یك مسیر الکتریکی بین الکترودها (استوانه و سیم) برقرار شده و برای مدت کوتاهی یك جریان کوتاه الکتریسیته که ما همان « ضربان » الکتریکی نامیدیم بین الکترود برقرار میشود . این جریان بوسیله اسبابهای الکترونی که بقیه‌ی دستگاه کامل گایگر مولر را تشکیل میدهد و شامل کونتوری نیز میباشد تقویت و آشکار میشود (و بعد بکونتوری که گفتیم جزء دستگاه است میرود) . دستگاههای گایگر ـ مولر را میتوان از فروشگاههای الکتریکی خرید .

هر جوانی میتواند یك دستگاه گایگر مولر را بقیمت نسبتاً ارزانی فراهم کند . بعضی از قسمتهای آنرا ممکن است از یك رادیوی کهنه، که معمولا میتوان از رادیوفروشها خرید، برداشت. سایر قسمتها را میتوان از مغازه‌های بزرگ لوازم رادیوئی و الکترونی (۱۲٤) تهیه کرد .

جزئیات دستگاه گایگر ـ مولری که ذیلا شرح میدهم بتوسط کارشناسان کمیسیون انرژی اتمی امریکا تهیه و تکمیل شده است . این

---

۱۲٤ ـ تصور نمیرود که این لوازم را در ایران بتوان خریداری کرد بهمین دلیل صورت کامل قسمتهای مختلف با همان علائم صنعتی و بزبان انگلیسی یادداشت شد تا اگر خواننده‌ای بخواهد آنها را از امریکا خریداری کند میسر باشد مترجم .

دستگاه بهیچوجه پیچیده نیست وهر کس بتواند بایك هویه (۱۲۵)کار کند یك‌شبه میتواند آنرا درست کند ودستگاهی که باین‌طریق ساخته‌شود بقدری حساس است که تشعشع ضعیف حاصل‌ازساعتهای‌شب‌نما راباآسانی نشان میدهد .

قسمت‌های زیر برای‌ساختن‌این کنتور ك . ا . ا. (۱۲۶)لازم است.

۱ ـ لوله‌های گایگرمولر از نوع E.P3OG

1-G . M . Counter Tube Type E.P3OG

۲ ـ دستگاه تنظیم ولتاژازنوع E.P3ORS

2 - Voltage Regulator Type EP3ORS

۳ ـ روله SPST که بطورمعمولی مسدود شده باشد

3 . Relay SPST Normally Close.

٤ـ ترانسفورماتوریکه ولتاژ را بالا ببرد (از نوع 20 AOO از کمپانی Thordarson Electric Co .)

4– Ster–up Transformer (Thordarson Electric Co. Type 20 AOO)

٥ـ لامپ نئون $\frac{۱}{۲۵}$ واتی

5–$\frac{1}{25}$ —Watt Neon lamp

٦ـ سه‌تا خازن (کندانساتور) ٦۰۰ ولتی-یك‌خازن۰/۰۱ میکرو فارادی و یك خـازن ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ میکروفارادی و یك خازن ۰/۰۰٥

---

۱۲٥ ـ اسبابی‌است که‌برای جوشکاری معمولی یا جوشکاری برقی بکار میبرند مترجم .

۱۲٦ ـ علامت اختصاری کمسیون ارزش اتمی مترجم .

بیکروفارادی

6- Three 600-Volts condesers و one 0/01 Microfarad) one 0,001 To 0,1 Microfard, one 0,005 Microfarad

۷- دومقاومت که هر کدام یك‌واتی ویك‌مگوهمی (یعنی‌بمقاومت یك میلیون اهم) باشند .

7— Two 1—watt و 1—meghom resistors

۸- کلید وصل دو طرفی

8— Toggle Switch

۹- پریز تلفون

9— Phone Jack

۱۰- گوشی که بهردو گوش وصل‌میشود ودر آن‌بلور کوارتز بکار رفته است

10— Crystal Head phone set

۱۱- سرپیچ لامپ نئون

11— Neon Lamp Holder

۱۲- دوعدد پیل‌چراغ قوه

12— Two Flashlight cells

شکل ۳۲ نقشه‌ی کامل اتصال قسمتهای مختلف کنتور کایگر را بدست میدهد . برای ساختن دستگاه نخستّ قسمتهای مختلف را مطابق نقشه روی یکقطعه تخته میچینیم وسپس آنهارا بوسیله پیچ بتخته‌وصل‌و درجای خود ثابت میکنیم و آنگاه شروع بلحیم کردن سیم‌های اتصال قسمت‌های مختلف دستگاه مینمائیم ودراینجا باید مواظب بود که سیمها

عوضی بسته نشوند و برای این موضوع باید برنك روکش سیم ها توجه داشت (۱۲۷). بخصوص باید بسیمهائیکه از ترانسفرماتور بیرون میآید بیشتر دقت کرد.

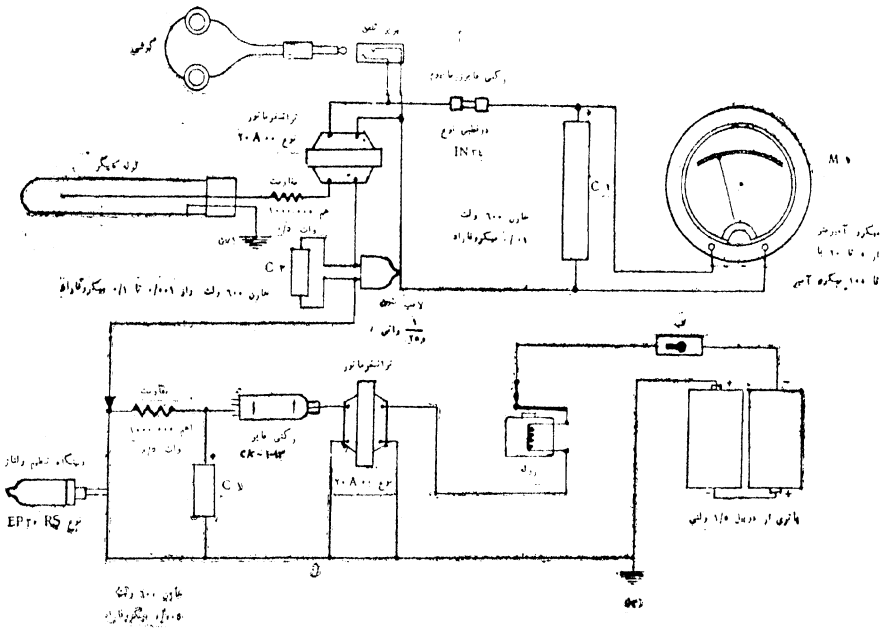
هر گاه قسمتهای مختلف دستگاه مطابق آنچه بیان شد بسته شده باشند دیگر کار کردن با آن اشکالی ندارد. اگر دستگاه را برای کشف معادن بخواهند بکار ببرند، ممکن است سازنده میل داشته باشد آنرا دریك جعبه که دارای دسته‌ای هم باشد کار بگذارد والبته این موضوع بسادگی امکان پذیر است است.

چون مدرج کردن دقیق این دستگاه، بطوریکه درهر لحظه بتوان شدت اشعه‌ی کیهانی یا ماده‌ی رادیو اکتیو مورد آزمایش را دقیقاً دانست غیر ممکن است ما باید بهمان نتایجی که از آزمایش بدست میآوریم، هرچند که دقت علمی کمتری هم داشته باشد، قناعت بکنیم. اگر بتوانیم ازسه دلار چشم بپوشیم، دفتر ملی نمونه‌های رسمی (۱۲۸) که در شهر واشنگتن واقع است میتواند ماده رادیو آکتیوی که شدتش معلوم است دراختیار ما بگذارد و آنوقت هنگامیکه با گوشی دستگاه گایگر مولر باین نمونه‌ی رسمی وسپس به نمونه‌ی مورد آزمایش گوش دهیم میتوانیم بگوئیم نمونه‌ی مورد آزمایش ضعیف تر از نمونه‌ی رسمی مزبور است یا قوی‌تر از آن میباشد.

---

۱۲۷ ـ در دستگاههای رادیو چنانکه دیده‌اید برای سهولت سیم‌کشی وجلوگیری از اشتباه سیمهائی بکار برده میشود که روپوش‌های رنگین و مختلف دارد تا مسیر هر رشته سیم ودنباله آن کاملا مشخص باشد.

۱۲۸ - National Bureau of Standards



شکل ۴۲ ـ یك کنتور گایگر ساده و قطعات مختلفه‌ی آن. هر جوانیکه بتواند یك رادیوی یك یا دو لامپی راسوار کند این کنتور نیز میتواند بسازد.
(با تقدیم تشکر و احترام بکمیسیون انرژی اتمی)

آزمایش‌های بسیار ساده‌ای زیادی را میتوان بوسیله‌ی کنتور گایگر درخانه عملی ساخت ولی البته آزمایش کننده باید قبل از هر آزمایش میزان «صدای زمینه» رادر نظر بگیرد (۱۲۹) چون اشعه‌ی کیهانی دائماً بـزمین آمده و بر کنتور گایگر اثر میکند این صداها بمیزان های مختلف همیشه ودرهر نقطه که کنتور قرار داشته باشد وجوددارد . بهرصورت اگر ماقبلا

---

۱۲۹ ـ صدای زمینه صدائی است که بدون آنکه ماده رادیو آکتیوی وجود داشته باشد فقط در اثر اشعه‌ی کیهانی در گوشی دستگاه گایگر دائماً شنیده میشود مانند آنکه وقتی رادیو را باز میکنیم بدون آنکه ایستگاه فرستنده چیزی پخش کند صدائی میشنویم و گاهی «تق تق» هم میکند یا مثلا گوشی تلفن معمولی هم دارای صدای مخصوص بخودی است. همه‌ی این صداها را صدای زمینه گویند . مترجم

بصدای زمینه گوش دهیم و بعددر ضمن آزمایش ملاحظه کنیم کـه تعداد صداها زیادشد فوراً میفهمیم که باتابش جدیدی علاوه بر اشعه‌ی کیهانی مواجه هستیم .غالباً ما میتوانیم تعداد تیك تیك‌های مربوط باشعه‌ی کیهانی را که «تابش زمینه» نامیده میشود تعین کنیم .

یکی از سه نوع تابشی که کنتور گایگر میتواند آشکار کند اشعه‌ی گاما است . چنانکه قبلا بیان شد اشعه‌ی گاماهمان اشعه‌ی ایکس باطول موج کـوتاه میباشد و بتوسط موادرادیو آکتیوی کـه درساختن صفحات ساعتهای شب‌نما بکارمیرود تولیدمیشوند . این اشعه باسرعت نورمرئی (۱۸۶ هزارمیل درثانیه که تقریباً معادل ۳۰۰ هزار کیلومتر درثانیه‌است) حرکت میکنند واز بعضی مواد، مثلا ازیـك قطعه کاغذ ، میتوانند عبور کنندولی ازموادسنگین‌تر، مانندسرب، نمیتوانندبگذرندومتوقف میشوند.

ما این امررا بآسانی باین طریق میتوانیم ثابت کنیم که یك ساعت شب‌نما را بفاصله‌ی چند اینچ ازکنتور گایگر خود قرار داده و بتعداد صداهائیکه تولیدمیشود دقت میکنیم . سپس یك صفحه‌ی آلومینیومی ، یاحتی یك‌ظرف آلومی‌منیومی ، را بین‌ساعت و کنتورقرارمیدهیم وملاحظه می کنیم کـه دراینصورت هیچ کاهشی درتعداد صداهائیکه شنیده میشد پدیدنمیآید . وحال آنکه اگر بجای آلومینیوم‌یك بشقاب شیشه‌ای قرار دهیم بلافاصله در تعداد تیك‌تیك‌ها تقلیل حاصل میشود یعنی محققاً تمام صداهائیکه‌اضافه برصدای‌زمینه بودندحذف‌میشوند. شیشه به‌تنهائی اشعه‌ی گاما رانکاملا متوقف نمیسازدبلکه سرب که یکی ازاجزاء شیشه میباشد این عمل را انجام میدهد .

همچنین ملاحظه خواهیم کرد که‌الکترونهای‌صادرازصفحه‌ی‌ساعت

شب‌نما ازصفحه‌های نازك کاغذ ورقه‌های نازك فلزات سبك میگذرند ولی بتوسط دست‌های ما متوقف میگردند. این تابش را بنام اشعه‌ی بتا مینامند.

بهمین طریق ملاحظه میکنیم که هرچه صفحه‌ی ساعت شب‌نما را از کنتور گایگر دورتر سازیم هرسه نوع تابش حاصل (آلفا، بتا و گاما) از مواد رادیو اکتیوی که روی صفحه‌ی مزبور بکاررفته ضعیف‌تر میشود. درمورد اشعه‌ایکه ازاجتماع ذراتی تشکیل شده‌اند (مانند اشعه‌ی بتا که ازالکترونها واشعه‌ی آلفاکه ازهسته‌ی اتمهای هلیوم تشکیل‌شده.) باید گفت که برخورد آنها بااتمها وملکولهای هوا باعث میشود که پس ازطی چند اینچ متوقف و باطراف پراکنده شوند.

اگرما نخواهیم خودمان یك کنتور گایگر بسازیم ممکن است یك دستگاه ساخته شده‌را بمبلغ کمی (۱۰دلار) بخریم. برای آنکه بمنظور خرید وجمع آوری قطعات مختلفه‌ی دستگاه که دراینجا شرح دادیم اینطرف و آنطرف نگردیم ممکن است یك جعبه لوازم کامل دستگاه‌را ازیك فروشگاه بزرگ اسبابهای رادیوئی والکترونی خرید

فصل دهم

چند آزمایش ساده با تابش ها

کلمه‌ی «**تابش**» که علمای فیزیك بکارمیبرند معنی وسیعی دارد. حرارت حاصل ازیك کوره یاازیك کبریت نیزمانند نورخورشید یك نوع تابش میباشد. البته امواج رادیو، امواج نورانی مرئی و نامرئی (ازقبیل امواج فوق قرمز ـ زیر بنفش واشعه‌ی ایکس) ونیز امواج حرارتی هم جزء **تابش های الکترو مغناطیسی** هستند وفقط ازلحاظ طول موج با هم تفاوت دارند. امواج رادیوئی که درانتهای طیف الکترومغناطیسی واقع اند دارای طول موجی ازچند سانتی متر تا چندکیلومتر میباشند. از طرف دیگر اشعه‌ی ایکس که درابتدای طیف مزبور قراردارند طول موجشان بقدری کم است که بآسانی میتوانند از فضاهای بین اتمی مواد عبور کنند.

ذرات بتا و آلفا واشعه‌ی گاما که از رادیوم بیرون میآیند نیز جزء تابش هامیباشند. هم چنین تابش نوترونی، یا رگبار نوترونهارا، که بنظر میرسد خطرناکترین تابش ها باشد، نیز باید درنظر گرفت. اینگونه تابش هارا

امروز بنام «امواج» یا «ذرات» مینامند. اشعه‌ی کیهانی نیز یکنوع تابش است.

ما در هیچ نقطه‌ی زمین نمیتوانیم از چنگ تابش نامرئی اشعه‌ی کیهانی، یاتابش حاصل ازمواد رادیو آکتیو سطح زمین، فرار کنیم. حتی وقتی چیزی میخوریم یا میآشامیم مقدار بسیار کمی ازاین موادرادیو آکتیو واردبدن خودمیکنیم. باین ترتیب معلوم میشود فردی نیست که بهیچوجه دارای تابش درونی نباشد.

تابش‌های مختلف عبارتنداز حرارت، نور (مرئی و نامرئی)، پروتونها، الکترونها، نوترونها، دوترونها (۱۳۰)، وغیره. بعضی ازاین تابش‌ها را بوسیله‌ی یك ورق کاغذنازك میتوان متوقف ساخت.

متوقف ساختن عده دیگری، مانند نوترونها، حتی بتوسط دیوارهای بتونی نیز مشکل است. کارگران ومتجسسین که درتأسیسات بزرگ اتمی کارمیکنند، هرروز در معرض تشعشعات اتمی قرار میگیرند. کمیسیون انرژی اتمی امریکا، نه تنها قدرت تحمل بدن را درمقابل تابشهای روزانه‌ی اتمی پیدا کرده، بلکه موفق بتکمیل سدهای محافظی، که ازهر گونه خطری جلوگیری میکنند، نیز گردیده است.

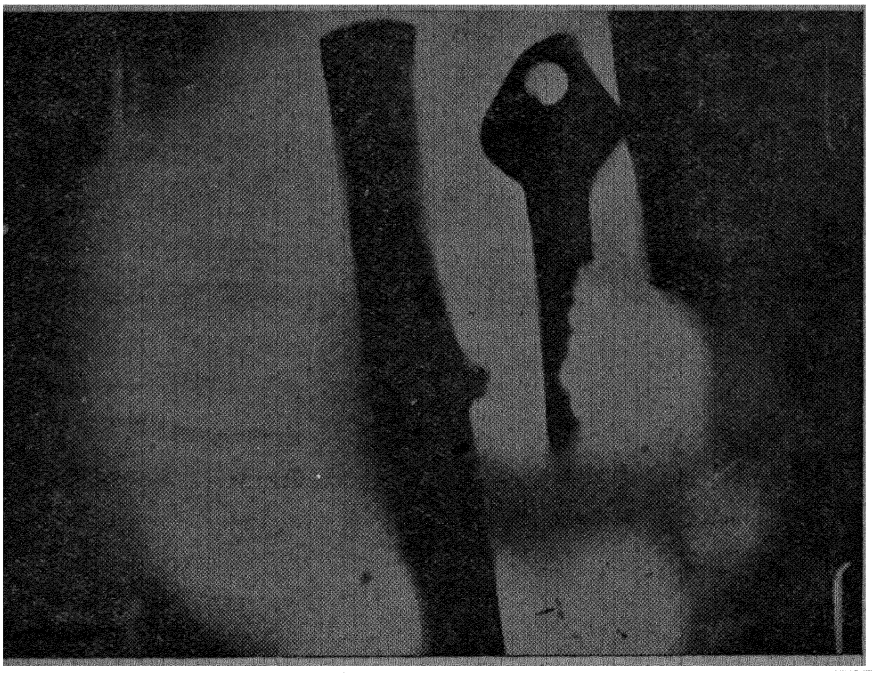
قدرت تأثیر هر گونه تابش ذره‌ای و تابش اشعه ایکس بسه عامل بزرگ بستگی دارد که عبارتنداز: ۱ـ شدت تابش ۲ـ فاصله‌ی بین منبع تابش وشخصی که در معرض تابش واقع شده. ۳ـ جنس و ضخامت سد یا دیواره‌ی محافظیکه بین شخص ومنبع تابش قراردارد.

یك آزمایش ساده بتوسط عکس برداری درفهم مطالب بالا بما کمك

۱۳۰- Deuteron عبارت است ازهسته‌ی اتم ایدرژن سنگین که از یك پروتون ویك نوترون تشکیل شده مترجم.

میکند . آنچه مادراین آزمایش احتیاج داریم عبارت ازیك قطعه فیلم سالم عکاسی (ازهر نوع که باشد) ، یك صفحه‌ی ساعت شب نما و یك جعبه‌ی مقوائی کوچك است کـه نسبت بنورغیرقابل نفوذباشد . اگـر میسر باشد ابتدا شیشه‌ی ساعت‌را برمیداریم و بعدساعت را وارونه کرده صفحه‌ی آنرا روی طرف حساس فیلم کـه درته جعبه‌ی مقوائی گذاشته‌ایم قرارداده سپس در جعبه رامی‌بندیم وچندروزی(دویا سه‌روز) بآن دست نمیزنیم و بعداز آن فیلم‌را ظاهرمی کنیم . نتایجی که بدست میآید درشکل ۳۳ نشان داده‌شده است . روشنی لکه‌هائیکه روی‌فیلم خواهد افتادبسته بمدتی‌است که‌فیلم درمعرض تابش صفحه‌ی‌ساعت قرارمیگیرد . لکه‌های مزبور بیشتردر اثر اشعه‌ی ایکس(گـاما) که ازماده‌ی رادیو آکتیو اعداد وعقربه‌های ساعت بیرون میآید بوجودمیآیند .

برای آنکه بنحوقانع کننده‌ای ثابت کنیم که توانائی‌موادمختلفه‌در متوقف ساختن این تابش ها متفاوت‌است میتوانیم آزمایش های‌جالبی ، بهمین ترتیب‌عکس برداری ، بعمل آوریم . مثلا اگریك باریکه ازورقه‌ی سربی نازکی را بین صفحه‌ساعت وفیلم بگذاریم ملاحظه خواهیم کرد که سایه‌ی سیاهی‌روی‌فیلم بجای میگذارد و این امرنشان میدهد که این فلز چون‌سنگین است بکلی جلوی‌تشعشعات رامیگیرد . ازطرف دیگر ، یك ورقه‌ی کاغذقادر به‌نگهداری تابش‌ها نبوده‌سایه‌ای روی‌فیلم‌تولیدنمیکند. ورقه نازك آلومینیوم فقطسایه‌ی کمرنگی‌تولید میکند ولی ورقه‌ی مسی تقریباً بقدرورقه‌ی سربی درنگهداری تابش‌هـا مؤثراست . درهمه‌ی این آزمایشها ضخامت دیواره‌نیز عامل‌مؤثری است بنابراین‌روشنی قسمتهائی ازفیلم که‌درمعرض تابش قرار گرفته‌اند بچهارعامل بستگی دارد : بشدت



شکل ۳۳ - این عکس بتوسط مؤلف گرفته شده باین ترتیب که پس از برداشتن شیشه‌ی یك ساعت شب نما ابتدا یك کلید و یك باریکه از ورقه‌ی مسی را روی صفحه ساعت قرارداده و سپس یك فیلم عکاسی را روی آنها گذاشته است و مجموعه آنها را در یك قوطی مقوائی نهاده و در قوطی را نیز بسته است . پس از دوروز که فیلم را ظاهر کرده نتیجه بقراری است که در فوق مشاهده میکنید .

تابش ، بفاصله ، بضخامت سدیا صفحه ایکه بین منبع و فیلم قرار میگیرد و بجنس صفحه‌ی مزبور. فلزات متکاثف تر و سنگین تر برای ساختن این سد ها خیلی بهتر از فلزات سبکتر میباشند ، مگر در مورد آزمایش بانوترونها که طرارترین وخدعه بازترین افراد خاندان تابش‌های ذره‌ای هستند . ذرات آلفا ، که حتی از صفحه‌ی کاغذ نیز باشکال ممکن است بگذرند ، ضعیف ترین افراد این خانواده میباشند .

قدرت نفوذ اشعه‌ی گاما ، در فواصل کم ، بسیار زیاد است و شدت

آن ، مانند نور معمولی ، به‌نسبت‌عکس مجذور فاصله کم میشود(۱۳۱) بدین معنی که اگر فاصله‌ی بین منبع اشعه‌ی گاما و دستگاه آشکارساز(۱۳۲) دو برابر شود یعنی مثلا از یك اینچ بدو اینچ برسد، قدرت نفوذ اشعه‌ی مزبور از نصف هم خیلی کمتر خواهد شد .

همان الکتریسیته نمای ساده ایکه درفصل اول شرح دادیم ممکن است در بعضی از آمایش‌های مربوط بتابش‌ها مورد استفاده قرار گیرد . اگرچه دراینگونه موارد الکتریسیته نما بقدر کنتور گایگر که درفصل بهم شرح دادیم مؤثر وقابل استفاده نمیباشد معهذا برای کسانیکه قادر بخریدن یا ساختن کنتور گایگر نیستند چند آزمایش ساده که با الکتریسیته نما میتوان عمل کرد شرح داده میشود . البته تفاوت عمده‌ی الکتریسیته نما و کنتور گایگر از لحاظ آزمایش‌های مربوط بتابش‌ها ، اینستکه الکتریسیته نما در عمل خیلی کندتر میباشد . کنتور گایگر آناً وجود تابش‌ها (گاما یا بتا) را معلوم میکند درصورتیکه الکتریسیته نما دراین مورد خیلی کند است . اگر کنتور بکار بریم میتوانیم شدت تابش مورد آزمایش را از روی تعداد تیك تیك های گوشی یا دفعات روشن شدن لامپ نئون بسرعت تعیین کنیم وحال آنکه در مورد الکتریسیته نما باید مدت زمانیرا که دستگاه در اثر مجاورت باتابش مورد آزمایش تخلیه الکتریکی میشود اندازه بگیریم و اگر شدت تابش مزبور کم باشد این مدت ممکن است طولانی وقابل ملاحظه باشد .

---

۱۳۱ - یعنی اگر فاصله دو برابر شود شدت اشعه چهار برابر کم میشود و اگر فاصله سه برابر شود شدت نه برابر کم میشود مترجم .

۲۳۲ - دستگاه آشکارساز یعنی دستگاهی که وجود تابش‌ها را آشکار میسازد مانند کنتر گایگر و فیلم عکاسی که ملاحظه کردیم .مترجم

نخستین آزمایش ساده با الکتریسیته نما اینستکه ابتدا دستگاه مزبور را بار کرده و سپس صفحه‌ی یك ساعت شب نما را نزدیك سر آن قرار میدهیم وزمان یا میزان تخلیه‌ی الکتریسیته نما را درفواصل مختلف (فاصله‌ی صفحه ساعت از سر الکتریسیته نما) مقایسه میکنیم .

پس ازاین آزمایش‌های ساده ، بترتیب صفحات کاغذ ، مس ، سرب ، آلومی نیوم شیشه وغیره را بین صفحه‌ی ساعت و الکتریسیته نما قرار میدهیم و ، باملاحظه‌ی مدت تخلیه‌ی دستگاه که در آزمایش‌های مختلف فرق میکند، میتوانیم شدت تابش را بطور تقریبی اندازه بگیریم . وقتی ورقه‌ی سربی را بین صفحه‌ی ساعت و الکتریسیته نما قرار دهیم مدت تخلیه‌ی دستگاه مانند هنگامی است که صفحه‌ی ساعت وجود نداشته باشد (زیرا ورقه‌ی سربی تابش‌ها را کاملا متوقف میسازد) . ولی صفحات دیگر کمتر از ورقه‌ی سربی اشعه‌ی نامرئی صفحه‌ی ساعت را متوقف میکنند .

اگر یك کنتور گایگر- مولر دست‌ساز در اختیار داشته باشیم چندین آزمایش دیگر را نیز میتوانیم خوشبختانه عملی کرده و بسرعت نتیجه بگیریم . بازهم باید یادآوری کنیم که بعلت وجود اشعه‌ی کیهانی ، ودر بعضی موارد بمناسبت وجود منابع تابش محلی ومجهول (۱۳۳) ، گوشی دستگاه گایگر مولر تیك تیك میکند و یا لامپ نئون آن دائماً خاموش وروشن میشود . میزان این تابش در نقاط مختلف دنیا متفاوتست . مثلا در نقاط مرتفع مانند **دنور** ، **کولوراد** و یا **شهر مکزیك** (۱۳٤) شدت تابش دائمی

---

۱۳۳ - منظور از منابع تابش محلی ، ترکیبات رادیو آکتیو است که ممکن است در اطراف محل مورد آزمایش وجود داشته باشد. مترجم

۱۳٤ - Mexico city , Colorado , Denver پایتخت کشور مکزیك .

اشعه‌ی کیهانی دوالی چهار برابر شدت تابش اشعه‌ی مزبور در نقاط هم‌سطح دریا، از قبیل بوستون (۱۳۵) و نیویورك، میباشد. بنابراین اگر بخواهیم میزان تابش یك منبع بخصوص و مورد نظر را از لحاظ علمی بصحت اندازه بگیریم باید نخست شدت اشعه‌ی کیهانی و تابش منابع محلی را اندازه گرفته و آنرا باهنگامیکه منبع مورد آزمایش مقابل دستگاه قرار گرفته است مقایسه کنیم. تعیین شدت تابش منابع محلی و اشعه‌ی کیهانی را علمای فیزیك اتمی «تعیین شماره‌ی زمینه» (۱۳۶) نام نهاده‌اند و بآسانی معنی و لزوم آنرا درك میکنیم. مثلا اگر در حین جستجوی معدن اورانیوم کونتورما تیك تیك کند ممکن است این صداها فقط مربوط باشعه‌ی کیهانی باشد ولی اگر ما میزان «تابش زمینه» را در حوالی محل آزمایش در دست داشته باشیم و بنقطه‌ای برسیم که تعداد تیك تیك‌ها ناگاه زیادتر از صدای زمینه شود آنوقت بادلائل بیشتری میتوانیم معتقد شویم که در نزدیکی معدن اورانیوم هستیم. بنابراین قبل از آزمایش با کنتور گایگر ـ مولر همیشه باید میزان تابش زمینه را اندازه گرفت و بهنگام این اندازه گیریها باید ساعت شب نما را از اطاق آزمایشگاه بیرون برد.

اگر کنتوری را بفاصله‌ی تقریباً ۱۰ اینچ (۲۵/٤ سانتی متر) از یك

۱۳۵- Boston

۱۳۶- همانطور که میدانیم همراه دستگاه گایگر مولر کنتوری است که با عقربه‌اش میزان شدت تابش را تعیین میکند (مانند عقربه سرعت‌نمای اتومبیل) وچون دستگاه همواره درمعرض تابش اشعه کیهانی و منابع محلی است عقربه‌ی کنتور مقابل عددی قرار گرفته و شدتی را نشان میدهد همین شدت را «شدت تابش زمینه» یا «شماره‌ی زمینه» مینامند. اگر در محلی قبل از آزمایش، مقدار تابش زمینه مثلا ۲ باشد و در حین آزمایش به ۳ برسد معلوم میشود که شدت تابش مورد آزمایش ۱ بوده است. مترجم

صفحه‌ی ساعت‌شب‌نما قرار دهیم باید ثانیه‌ای ۱۱ تا ۱۲ مرتبه لامپ نئون روشن شود یا گوشی تیك‌تیك کند و اگر در این حال صفحات و حتی دسته‌های کاغذ را بین کنتور و صفحه‌ی ساعت قرار دهیم تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای حاصل نمیشود. حتی ظرفهای سبك یا سنگین آلومینیومی نیز مقاومت قابل ملاحظه‌ای در مقابل عبور اشعه و ذرات ابراز نمیکنند. درصورتیکه یك صفحه‌ی نسبتاً نازك سربی بسرعت اشعه و ذرات را متوقف میسازد و یك قطعه بلور معمولی، بعلت سربی که در ترکیب دارد، قدری از اشعه و ذرات مزبور را نگه میدارد بطوریکه شماره‌ی کنتور را از ۱۱ به ۳ عدد در ثانیه میرساند. حتی دست انسان کافی است که الکترونهای سریع الحرکت، یعنی اشعه بتا را، متوقف سازد. این الکترونها با آنکه باسرعت‌های خیلی زیاد (بالغ بر ۱۵۰ هزار میل در ثانیه) حرکت میکنند نمیتوانند از اجسام کلفت، ولو آنکه فوق العاده هم سبك باشند، عبور کنند.

یك آزمایش ساده‌ی دیگر باین ترتیب عمل میشود که کنتور گایگر را بتدریج از صفحه‌ی ساعت شب‌نما دور کرده و بترتیب در نقاطیکه قبلا فاصله‌شان را تا ساعت تعیین کرده‌ایم قرار داده و شماره‌ی کنتور را (یعنی تعداد تیك‌تیك‌های گوشی یا دفعات روشن‌شدن لامپ در ثانیه) درهر نقطه تعیین میکنیم. دراین عمل شماره‌ی کنتور بتدریج کم میشود تا بالاخره بهمان میزان شماره‌ی زمینه (میزان تابش زمینه که قبلا کفتیم) میرسد. شدت اشعه‌ی گاما به‌نسبت عکس مجذور فاصله تقلیل مییابد و این امر را با همین آزمایش که درفوق بیان شد میتوان بثبوت رسانید.

آزمایش های ساده و فایده‌بخش دیگری نیز ممکن است خود بنظر خوانندگان ما برسد.

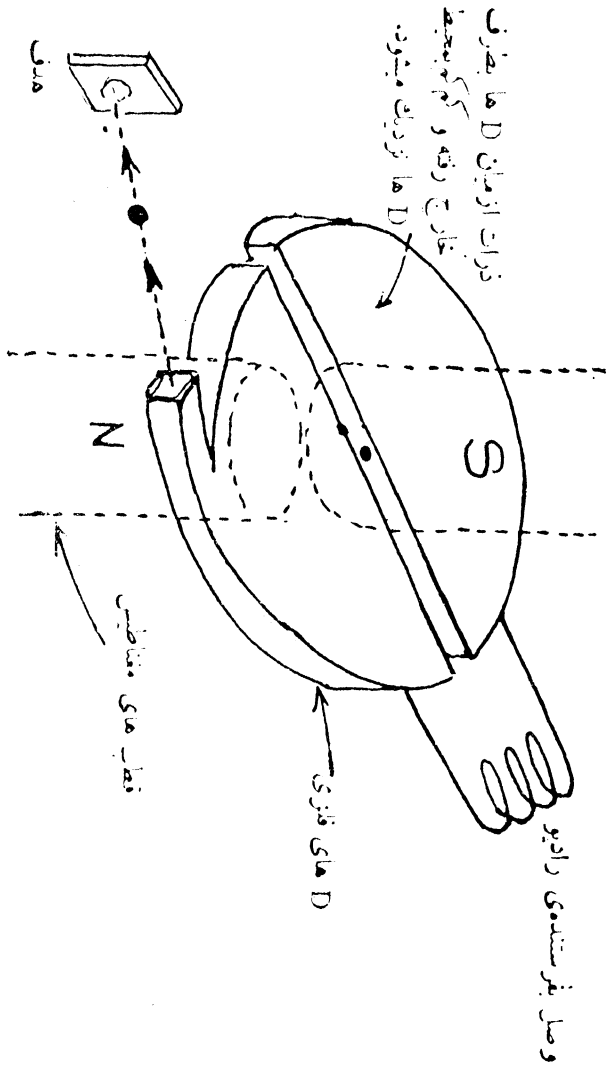
فصل یازدهم

چرخ و فلک اتمی

چند سال پیش فیزیکدان جوانیکه اکنون بنام **پروفسور ای.او لارنس (۱۲۷)** استاد دانشگاه کالیفرنیا میباشد دستگاهی بنام سایکلوترون اختراع کرد. این دستگاه را میتوان چرخ و فلک الکترومغناطیسی یا قلاب سنگ الکترومغناطیسی نامید. میدانیم که در قلاب سنگ قطعه سنگی را در تکه‌ی چرمی که بانتهای طنابی متصل است گذاشته و طناب را مانند کمند باسرعتی که دائماً رو بفزونی میرود بدور سر میگردانند. بالاخره سنگ چنان سرعتی کسب میکند که هرگاه از قلاب سنگ رها شود مسافت بسیاری را خواهد پیمود.

نقشه‌ی ساده‌ی یك سایکلوترون در شکل ۳٤ نشان داده شده‌است. برای آنکه بچگونگی کار این دستگاه بخوبی پی ببریم، کافی است علاوه بر مطالبی که تا کنون آموخته‌ایم چند مطلب ساده‌ی دیگر را نیز بیاموزیم.

۱۲۷- Ernest Orlado Lawrence فیزیکدان معاصر امریکائی متولد ۱۹۰۱ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۳۹ بمناسبت اختراع سایکلوترون مترجم.



شکل ۴۴ - این شکل وضع D ها را بین قطبین مغناطیس قوی یك سایکلوترون نشان میدهد.

چنانکه میدانیم ذرات اصلی اتمی که دارای بارالکتریکی هستند (ازقبیل الکترونها وپروتونها) مانندسایر اجسام باردار ، وقتی دریك میدان الکتریکی واقع شوند تحت اثر نیروی جاذبه یادافعه قرارمیگیرند مثلا اگر یك الکترون (ـ) بافاصله‌ی کمی ازمقابل صفحه‌ی فلزی که دارای بارمثبت باشد عبور کند صفحه‌ی مزبور یا آنرا بطرف خود جذب و بکلی متوقف

میسازد و یالااقل آنرا کمی بطرف خود کشانیده وازمسیر خارجش میکند. ازطرف دیگر اگر یك پروتون(+) بخواهد ازمقابل صفحه ایکه دارای بار مثبت است عبور کند دفع خواهدشد یعنی ازمسیر عادیش بدور خواهدافتاد (انحراف مسیر پروتون برعکس انحراف مسیر الکترون میباشد) .

بایددانست نیروئیکه مسیر الکترونها و پروتونهای متحرك راتغییر میدهد منحصر بالکتریسیته یعنی بار الکتریکی نیست . میدان مغناطیسی نیز میتواند مسیر پروتونها ، الکترونها وسایر آحاداتمی (۱۳۸)راتغییر دهد خواه این میدان دراثر عبورجریان برق ازیك سیم یا ازیك سیم پیچ بوجود آمده باشد وخواه بوسیله‌ی یک مغناطیس فولادی معمولی تولید شده باشد (بیادمیآوریم که وقتی سیم حامل جریان برق بصورت قرقره در آید میدان مغناطیسی حاصل، که براثر عبورجریان برق تولیدشده ومیدان الکترومغناطیسی نامیده میشود ، بمراتب قویتر از هنگامیست کـه سیم بصورت سیم پیچ در نیامده باشد زیرا سیم پیچ میدان مغناطیسی را متمرکز میسازد .)

اگر ذرات اصلی اتمی که دارای بار الکتریکی هستند از داخـل یک میدان مغناطیسی (میدان مغناطیسی فضائی است دراطراف یك مغناطیس معمولی یا یك مغناطیس الکتریکی که خاصیت مغناطیسی درآن فضا وجود داشته باشد .) عبور کنند در اثر میدان مزبور خط سیر دایره‌ای شکلی پیدا میکنند .

---

۱۳۸ ـ البته باستثنای نوترونها . منظوراز سایر آحاد اتمی هلیون (هسته اتم هلیوم که شامل دو نوترون ودو پروترون است) ودوترون است (هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین که شامل یك پروتون ویك نوترن است) وذراتی از این قبیل است که فعلا نام نمیبریم . مترجم

برای آنکه بتوانیم چگونگی کار سایکلوترونرا درك کنیم یك نکته‌ی اساسی دیگررانیز باید بفهمیم . مابازباین مطلب برمیگردیم که یك‌ذره اتمی که دارای‌بار الکتریکی باشد بتوسط‌جسمی که آن نیز بار الکتریکی داشته‌باشد جذب‌یادفع میشود . باید دانست، سرعتیکه این ذرات درنتیجه‌ی نیروی جاذبه‌یادافعه بدست میآورند بستگی به قدرت یعنی بشدت‌بار الکتریکی‌جسم مزبور دارد . اگر بارالکتریکی‌صفحه‌ای فوق‌العاده زیادباشد(بار الکتریکی اجسام راهمیشه برحسب‌ولت‌اندازه میگیرند ولتاژهای‌بیش‌از ۵۰۰۰را میتوان‌جزء ولتاژهای فوق‌العاده‌زیاد شمرد .) سرعت‌حرکت ذرات اتمی بطرت صفحه‌ی مزبور زیاد خواهد بود . تحت‌شرائط‌خاصی‌ممکن‌است برای سرعت‌دادن بذرات اتمی از بارهای الکتریکی زیاد استفاده نمود . مثلا باین طریق میتوان سرعت الکترونهارا به۱۰۰هزارمیل (۱۶۰هزارکیلومتر) در ثانیه رسانید .

وقتی سرعت ذراتیکه سنگین‌تر از الکترونها هستند بمیزان فوق العاده‌ای زیادشود (یعنی شتاب‌پیداکند)این‌ذرات‌را میتوان برای‌بمباران اتمها بکاربرده وتغیراتی درون‌اتمها تولید نمود . الکترونهارا برای این منظور نمیتوان بکار برد زیرا میتوان گفت که الکترونها بمنزله‌ی کودکان خاندان ذرات‌اتمی میباشند بدین‌معنی که چون وزن آنها فقط معادل $\frac{۱}{۱۸۴۰}$ وزن‌اتم ایدرژن‌است برای اینگونه‌کارها بسیار سبك و بسیار کوچکند . پس‌ملاحظه میکنیم که الکترون فقط جزء بسیار کوچکی‌از جرم یاوزن هراتمرا تشکیل‌میدهد وآنچه بیشتر بحساب‌میآیدپروتون ونوترون است .

سایکلوترون (شکل ۳۵) دستگاه عظیم وسنگینی‌است که بذرات

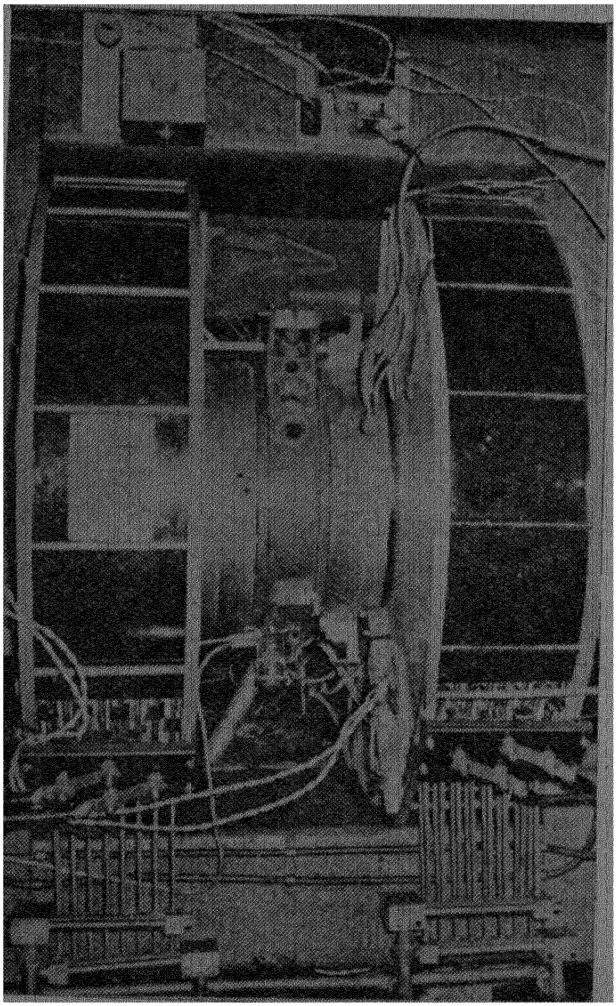
اتمی بقدری سرعت میدهد که بتوان آنهارا برای بمباران اتمها بکاربرد .

قسمتهای ساده‌ی یك سایکلوترون ، صرفنظر از تمام ضمائم پیچیده‌ی آن ، درشکل ۳٤ نشان داده شده در این شکل اطاق فلزی بزرگی را مشاهده میکنیم که بشکل قوطی حب (قوطی‌های گرد مقوائی) است که از میان بدو نیم شده باشد. دو نیمه‌ی اطاق فلزی مزبور بوسیله‌ی عایق از یکدیگر جدا شده‌اند . یك فرستنده‌ی قوی رادیو باین دو قطعه فلز نیم دائره‌ای متصل است و در حقیقت دو قطعه فلز مزبور بمنزله‌ی آنتن هوائی فرستنده‌ی رادیو میباشند و انرژیکه از فرستنده‌ی رادیو میرسد ، بجای آنکه بصورت امواج الکتریکی یعنی امواج رادیوئی درفضا پخش شود ، باین دو قطعه فلز داده میشود. هر قطعه را بمناسبت شکلش D مینامند. خلاصه جریانیکه از فرستنده خارج میشود به D ها وصل میگردد .

مادو نوع جریان برق داریم . یکی جریانیکه دائماً درجهت و امتداد واحد روانست و جریان متصل نامیده میشود . دوم جریانیکه دائماً جهتش را عوض میکند یعنی ابتدا درجهتی بجریان میافتد و بعد ناگهان متوقف شده و بلافاصله درجهت مخالف شروع بحرکت مینماید علیهذا این نوع جریانرا جریان متناوب (آلترناتیف) مینامند . جریان متناوب را ممکن است طوری تهیه کرد که از ثانیه‌ای چندمرتبه الی ثانیه‌ای چندین میلیون مرتبه تغیر جهت بدهد . (هر رفت و آمد کامل جریان متناوب را یك دوره گویند) (۱۳۹).

۱۳۹- تعداد دوره های یك جریان متناوب را در ثانیه «تناوب» یا فرکانس Frequence جریان مینامند مثلا تناوب برق تهران ۵۰ میباشد یعنی دارای پنجاه دوره در ثانیه است. مترجم

میدانیم که جریان برق همیشه ازقطب مثبت به منفی روانست :



شکل ۳۵ - یك سایکلوترون کوچك در آزمایشگاه فیزیك دانشگاه روچستر .

یك پیل خشك (۱٤۰) که همواره جریان متصل تولیدمیکنددارای یك قطب مثبت و یك قطب منفی است وجریان ازمثبت بمنفی ، بدون هیچگونه تغییری ، راه میافتد . امایك فرستنده‌ی رادیو جریان متناوبی

۱٤۰ـ مانند قوه‌ی چراغ چیبی. مترجم

تولید میکند که بجریان «پر تناوب» (جریانیکه تناوبش یعنی فرکانسش زیاداست) مشهوراست . تناوب این جریان ممکن است از چند هزار تا چندین میلیون درثانیه تغییر کند واین امر بسته بآنستکه مدارالکتریکی وقسمتهای مختلف فرستنده‌ی رادیو چگونه وبچه منظور طرح شده باشند. باین ترتیب هنگامیکه جریان حاصل ازچنین فرستنده‌ای را به D های یك سایکلوترون وصل کنیم هر بار که جریان تغیر جهت بدهد بارالکتریکی D ها نیز عوض میشود . بدین معنی که بارالکتریکی یك D دریك کسر فوق‌العاده کوچك ثانیه منفی است وسپس ، دراثر تغییر جهت سریع جریان برق ، بارالکتریکی D مزبور مثبت میشود و این عمل تا وقتی جریان برقرار است همینطور ادامه دارد . ضمناً D ها درمیدان مغناطیسی نیرومندی واقعند وچنانکه میدانیم میدان مغناطیسی ذرات نامبرده را بحرکت دورانی وامیدارد .

اکنون به بینیم بسر ذره‌ی پروتونیکه (+) مستقیماً در مرکز دایره‌ی D ها رهاشود چه میآید . وقتی پروتون رهاشود بتوسط D ایکه در آن لحظه دارای بار منفی است جذب میشود زیرا بار های الکتریکی مخالف یکدیگر را میربایند . ولی این نیروهای جاذبه بین D ی منفی و پروتون مثبت فقط درمدت بسیار کوتاهی، که فوق‌العاده از یك ثانیه کمتر است وجود دارد زیرا بارالکتریکی D بزودی عوض میشود و پروتون که به D ی مزبور رسیده ، دراثر تغیر بار الکتریکی این D ، خود را در مقابل دشمنی میبیند که آنرا ازخود میراند و بالگددورش میسازد ، چون این D اکنون مثبت شده و بجای آنکه پروتون را جذب کند آنرا دفع مینماید .

درهمین لحظه D ی دیگر منفی‌شده و پروتون گیج و سرگردان را بطرف‌خود میخواند . پروتون‌بلافاصله فضای‌دشمن را ترك و باسرعت هرچه تمامتر بجانب D ی منفی حرکت‌میکند .

اگرچه تغیر بارالکتریکی D ها باسرعت فوق العاده‌ای صورت میگیرد ، ولی برای پروتونها اشکالی ندارد که حرکت خود را با این تغیرات هماهنگ سازند زیرا پروتون بی‌اندازه کوچك و سبك است و بسهولت میتواند باتغییرات بارهای الکتریکی همگام گردد .

اگر میدان‌مغناطیسی وجودنداشت پروتن‌تمام‌وقت‌خودرا منحصراً صرف این‌میکرد که روی‌خط مستقیمی بین D ها عقب‌وجلو برود. ولی قبلا گفته‌شد که‌وقتی ذرات بارداروِمتحرکی‌درمیدان‌مغناطیسی‌قرار گیرند **میل‌بپیمودن مسیر دایره‌ای‌شکلی میکنند که انحناءآن بسته بقدرت میدان‌مغناطیسی‌است.** بهمین‌دلیل پروتون بجای‌آنکه روی‌خط کاملا مستقیمی بین D ها پس‌وپیش برود روی دایره‌ای بین D ها حرکت خواهدکرد . امااین دائره قطر ثابتی نخواهد داشت زیرا اثر جاذبه‌ی الکتریکی درفضای بین D ها اینستکه بپروتونها سرعت‌میدهدوازطرف دیگر هرچه پروتون سریعتر حرکت کند اثر میدان مغناطیسی بر آن کمتر بوده ولهذا دایره‌ی بزرگتریرا میپیماید (۱۴۱) .

۱۴۱- بنابراین هردور که‌پروتون ازفضای بین D هاعبور کندتحت اثر نیروی جاذبه و دافعه‌ی الکتریکی آنها قرار گرفته وسرعت بیشتری نسبت بدور پیش کسب میکند واثرمیدان مغناطیسی برای منحرف‌ساختن‌آن کمترشده مداردایره‌ای شکلش نسبت بدورسابق وسیعتر میشود زیرا هر چه‌اثرمیدان مغناطیسی کمتر باشد مسیرحرکت‌پروتون میخواهدبخط‌مستقیم نزدیك‌تر بشود و بهمین جهت دایره‌ها بتدریج قطرشان زیاد و انحنائشان کم میشود. مترجم

بالاخره آنچه دراین دستگاه اتفاق میافتد اینستکه پروتون بیك حرکت مارپیچی شبیه‌بفنر ساعت ادامه داده لحظه بلحظه سریعتر و از مرکز دورتر وبمحیط D های مجوف نزدیکترمیشود (و تمام این‌احوال درمدت کسر فوق‌العاده کوچکی از ثانیه اتفاق میافتد) و در این هنگام سرعتش بقدری زیاداست که ممکن‌است بچندین هزار کیلومتر در ثانیه برسد. این‌سرعت بقدری زیاد است که هر گاه این گلوله‌ی اتمی متحرك بسمت یك‌اتم پرتاب شود و درست بآن بربخورد اتم مزبور در اثر این بمباران آسیب خواهددید وسازمان جدیدی درهسته‌ی آن‌بوجودخواهد آمد. امااکنون این‌سئوال پیش‌میآیدکه ماچگونه میتوانیم برپروتونیکه دراین‌چرخ وفلك بسختی گرفتار ومشغول حرکت‌است دست‌بیابیم ؟

این منظور بوسیله‌ی قسمتی از دستگاه سایکلوترن که بنام «صفحه‌ی منحرف کننده» موسوم‌است خیلی‌بآسانی عملی‌میشود. این صفحه خود دارای بارالکتریکی بسیارزیاد ونیرومندی میباشد (شکل ۳۴) وچون بارالکتریکی ذره‌ی‌ما، یعنی پروتون، مثبت‌است باید بار الکتریکی این‌صفحه منفی‌باشد.

چون پروتون باسرعت فوق‌العاده زیادی ازمقابل‌این‌صفحه‌میگذرد مستقیماً بطرف آن جذب نشده بلکه فقط کمی بطرف آن کشیده میشود بطوریکه ازمسیر دایره‌ای شکل‌خود خارج میگردد وهمین امر برای خروج پروتون ازسوراخیکه درکنارلبه‌ی یکی‌از D ها تعبیه‌شده کفایت میکند. مستقیماًدرخارج‌وجلوی این‌سوراخ‌یك محفظه‌ی کوچك قراردارد که ترکیب‌شیمیائی‌یاعنصری‌را که‌میخواهند بمباران کنند بمقدارفوق‌العاده کم در آن میگذارند. باین ترتیب پروتون باسرعت فوق العاده زیاد

خود بطرف ماده‌ی مزبور میرود ودراثر برخورد آنرا درهم میشکند . البته درعمل بجای یک پروتون از عده‌ی بیشماری پروتون که بسرعت فوق‌العاده زیاد حرکت میکنند استفاده میشود ولی فقط عده کمی از آنها بهدف، یعنی به بعضی از اتمهای ماده‌ایکه تحت بمباران قرار گرفته، برمیخورند وقسمت اعظم پروتونها ، بدون آنکه بچیزی بر بخورند ، بفاصله‌ی زیادی ازاطراف هدف عبورمیکنند .

اگر بجای اطاقك بمباران ، یك دیواره‌ی فلزی کوچك جلوی سوراخ خروجی پروتونها بگذاریم پروتونها بآسانی وباخشونت زیاد از آن عبور کرده وارد فضای خارج میشوند ونور آبی رنگ عجیبی بدنبال خود باقی میگذارند که طول آن ، بسته بقدرت سایکلوترون ، بیك پا (۳۰/۵ سانتی‌متر) یابیشتر میرسد .

این اشعه‌ی نورانی کشنده هستند واگرما خودرا چندثانیه مستقیماً درمعرض آن قراردهیم فوراً خواهیم مرد .

وقتی سایکلوترون مشغول کار است باید هوای درون D هارا تا آنجاکه ممکن است خالی کرد والا پروتونهای سریع الحرکت در اثر برخورد باتمها وملکولهای گازهائیکه (هوا) فضای D هارا پر کرده‌اند سرعت خود را از دست داده آهسته میشوند . بهمین دلیل پروتونهای سریع‌الحرکت بمحض خروج از دیواره‌ی فلزی که در فوق نامبردیم سرعتشان خیلی کم میشود . نورآبی رنگی که بوسیله‌ی جریان پروتون‌ها در هوا تولید میشودنیز معلول برخورد پروتون بااتمهای گازهای موجود درهواست .

ببعضی ذرات اتمی دیگر نیز ممکن است بوسیله‌ی سایکلوترون

سرعت زیادی داد و آنهارا برای بمباران بکار برد (۱۴۲) البته مسلم است که از نوترونها نمیتوان بدین طریق استفاده کرد زیرا اگر نوترونی را بین D های سایکلوترون وارد کنیم چون دارای هیچگونه بار الکتریکی مثبت یا منفی نمیباشد تغییرات بار الکتریکی D در آن بی‌اثر میماند و نوترون بحرکت بی‌نظم و آهسته‌ی خود اشتغال میورزد. ولی نوترون با وجود حرکت بی‌نظم و آهسته‌ی خود برای بمباران ماده مؤثرتر از پروتونهای سریع السیر است. پروتون وسایر ذرات اصلی اتمی را که برای بمباران مصرف میشوند باید قبلا بسرعت زیاد رسانید تا بتوانند وارد هسته‌ی اتمها بشوند، درصورتیکه نوترون بآهستگی میتواند وارد هسته شود زیرا در سرراه باهیچ عامل مخالف ودشمنی مصادف نمیشود (۱۴۳). وقتی نوترون باین ترتیب وارد هسته‌ی بعضی از اتمهای خیلی سنگین از قبیل اورانیوم بشود محققاً خیلی بیشتر از هر نوع ذره‌ی دیگری، صرفنظر از سرعتی که ممکن است داشته باشد، میتواند بهسته آسیب برساند. نوترون بمبی است کوچکتر از اتم ومهاجمی است پنهانی که وقتی وارد یك اتم اورانیوم بشود نظم طبیعی آنرا چنان بهم میزند که اتم مزبور نمیتواند این آشفتگی را تحمل بکند و ازهم میپاشد. داستان بمب اتمی ازهمین جا شروع میشود.

۱۴۲- این ذرات دوترون هاوهلیونها هستند. مترجم

۱۴۳- وقتی ذره‌ی بارداری میخواهد وارد اتم بشود اول با الکترون هائیکه دور آن در گردش اند مصادف میشود و این الکترونها خود بانیروی جاذبه یادافعه ایکه وارد میسازند ازورود آن جلوگیری میکنند. اگر ذره بقدری سریع باشد که بتواند ازمیان مدارهای الکترونی بگذرد ووارد اتم شود تازه اگر بار مثبت داشته باشد بتوسط بارمثبت هسته بسختی دفع میشود و یا اگر بآن بر بخورد نیروی بر خورد ضعیف خواهد بود. اما نوترون چون بار الکتریکی ندارد در کمال سهولت واردهسته میشود. مترجم

ماازراه بمباران ماده ، باسایکلوترون و سایـر اسبابهائیکه ذرات اتمی باردار را بحرکت وامیدارند ، اطلاعات زیادی درباره‌ی اتم و ذرات مشکله‌ی آن کسب کرده‌ایم .

فیزیکدانان ، بااستفاده ازسایکلوترون ، جنس بسیاری ازعناصر را عوض کرده‌اند واین عمل را استحاله ، یعنی تبدیل عنصری بعنصر دیگر میـنامند .

درست است که فقط مقادیر بسیار جزئی عنصریرا میتوان بعنصر دیگر تبدیل نمود ولی بالاخره کسی نمیتواند منکر اصل این استحاله باشد.

فصل دوازدهم

طرز کار بمب اتمی

چنانکه درفصل پنجم دیدیم وقتی یك اتم تشکیل میشود، مثلا وقتی دو اتم ایدرژن تشکیل یك اتم گاز هلیوم را میدهند، مقداری انرژی ممکن است بوجود آید که نتیجه‌ی تبدیل مقدار کمی از ماده بانرژی میباشد. همچنین دانستیم که وقتی اتمها تجزیه و متلاشی شوند، (خواه این عمل مانند اتم رادیوم بطور طبیعی اتفاق افتد یا بوسیله‌ی طرقیکه بدست علمای فیزیك هسته‌ای تکمیل شده است انجام گیرد) مقدار نسبتاً کمی از ماده تبدیل بانرژی میشود. درمورد بمب اتمی این حالت اخیر صادق است، بدین معنی که اتمها را پراکنده و خرد و تبدیل بآحاد کوچکتری مینمایند. اگر جرم یا وزن این آحاد کوچکتر را که از انفجار تولید میشوند جمع و توزین کنیم ملاحظه خواهیم کرد که حاصل جمع ازجرم یا وزن اتم منفجر شده کمی کمتر است. این تفاوت وزن عبارت ازهمان قسمتی ازماده است که ظاهراً نابود شده ولی درواقع بصورت انرژی درآمده. مقداری انرژی بصورت نور شدید نامرئی یعنی بصورت اشعه‌ی ایکس (نوریك نوع انرژی است) و بصورت حرارت، که آن نیز یکنوع انرژی موجی شکل است، درمیآید.

برای آنکه حرارت فوق‌العاده زیادیرا که درانفجارهای اتمی تولید میشود بتوان درنظر آورد بدنیست بدانیم که حرارت‌حاصل‌ازانفجاریك قاشق ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ در بمب اتمی معادل حرارت سوخت ۲۰۰/۰۰۰ گالن بنزین یا ۳۰۰/۰۰۰ پوند (۱۴۴) ذغل‌سنگ‌است .

ازاینجامعلوم‌میشود که انرژی حاصل ازاورانیوم پنج میلیون برابر ذغال‌سنگ ویاسه‌میلون برابر بنزین است . معهذا این انرژی‌عبارت‌ازتمام انرژی یك قاشق ایزوتوپ اورانیوم نیست زیرا فقط‌مقدار کمی‌از جرم اورانیوم درضمن متلاشی‌شدن اتم‌ها تبدیل بانرژی‌میشود . باانرژیکه از تبدیل کامل یك گرم ماده‌بانرژی‌تولید میشود میتوان سه‌هزار لوکوموتیو را بارتفاع ۲۵ میل(۴۰ کیلومتر) بالابرد . وقتی ماده کاملا بانرژی تبدیل شود هجده میلیاردبرابر ، ازانرژی‌حاصل ازسوخت‌ذغال‌سنگ‌نیرومندتر میباشد .

درسال ۱۹۴۰ علمای‌فیزیك‌اتمی بوسیله‌ی نوترونهاشروع به‌بمباران اورانیوم کردند که فلزی‌سنگین وبرنگ خاکستری مایل بسیاه (۱۴۵) است و کمی هم رادیو آکتیو میباشد .

فیزیکدانها ملاحظه کرده بودند که وقتی گلوله‌های‌نوترونی وارد اورانیوم معمولی‌میشوند مقدارفوق‌العاده زیادی انرژی تولیدمیشود .

دستگاههای آزمایشگاهی نشان میدادند که حتی مقادیر کم این

۱۴۴-Gallon معادل ۳/۸ لیتر و Pound معادل ۴۵۴ گرم است. مترجم

۱۴۵- اورانیوم فلزسفید رنگ نقره‌مانندی است. تصور میرود که مؤلف رنگ آنرا با اکسید اورانیوم اشتباه کرده است. اورانیوم را با علامت U نشان میدهند. مترجم

انرژی ، هم ازلحاظ مقداروهم ازسایر جهات ، نیرومندترین انرژی است که تاآنروزتوانسته بودند ایجاد کنند .

اورانیوم که مورد حمله‌ی گلوله‌های نوترونی آهسته‌قرارمیگرفت مانندجعبه‌ی پرازترقه‌ای بود که بعضی ازترقه‌هاسالم وبرخی‌معیوب باشند . زیرا تاموقعی که گلوله‌های نوترونی میباریدند اتم‌های اورانیوم یکی‌پس ازدیگری‌وبطرزنامرتبی‌منفجرمیشدندوبمحض آنکه‌باران گلوله‌قطع‌میشد انفجارهاهم پایان‌میپذیرفت . فیزیکدانان اطمینان کامل داشتند که‌اتمهای اورانیوم منفجرمیشودولی‌ازخودمیپرسند پس‌چرااین‌انفجار ،وقتی‌شروع شد ، خودبخود شیوع‌وپیشرفت پیدا نمیکند ؟

پاسخ باین سئوال درحقیقت پاسخ بطرزکاربمب اتمی میباشد .

آنچه دربادی‌امرموجب حیرت و جلب توجه دانشمندانی میشدکه تازه بآزمایشهای‌بی‌نظم وترتیب خوددرباره‌ی انفجارهای‌اتمی‌شروع کرده بودند این بودکه پس‌ازهرانفجاراتمی مقدارکمی **باریوم** بدست میآمد وحال آنکه قبل‌ازشروع بمباران‌اورانیوم‌بوسیله‌ی‌نوترونها باریوم‌وجودنداشت. این‌باریوم‌ازکجاحاصل‌شده‌وچگونه بآنجا راه یافته بود ؟ آیا باریوم‌یکی ازقطعات کوچکتری بودکه پس‌از واردشدن نوترون حیله‌سازبهسته‌ای اورانیوم ودرهم شکستن این اتم تولید شده بود ؟

شماره‌ی اتمی (عده‌ی پروتونها) اورانیوم ۹۲ است درصوتیکه شماره‌ی اتمی‌باریوم ۵۶ میباشد . اگرباریوم قسمتی ازاتم خرد شده‌ی اورانیوم است پس قسمتی که باقی مانده چیست وکجا است ؟ وقتی شماره‌ی اتمی فلز باریوم‌راکه ۵۶ است ازشماره‌ی‌اتمی اورانیوم‌که ۹۲ است کم کنیم‌حاصل۳۶ میشود . بنابراین‌اگرغیرازباریوم قسمت دیگریکه

ازخردشدن اورانیوم بدست آمده فقط یك عنصر باشد این عنصر بایددارای شماره‌ی اتمی ۳۶ باشد. آیا اتمیرا که دارای این شماره‌ی اتمی باشد میشناسیم؟ بله‌این اتم همان گاز کریپتون (۱٤٦) است که عنصری بسیار کمیاب وجزء گازهای‌جومیباشد. پس آیامیتوان گفت که نوترونهای مهاجم اتم اوراتیوم را خرد وتبدیل به‌باریم‌و کریپتون کرده اند (۱٤۷)؟

برای تحقیق دراین موضوع علمای فیزیك هسته‌ای مقدار انرژی‌را که‌ازخردشدن و تبدیل‌اورانیوم به باریوم و کریپتون ممکن است تولید شودحساب کردند ودیدند که نتیجه‌ی این محاسبه درست برابر با مقدار انرژی است که عملا ازانفجارهای‌نامنظم‌اورانیوم بوسیله‌ی نوترون‌بدست میآید(۱٤۸).

دانشمندان میدانستند که اورانیوم درطبیعت مخلوط سه‌ایزوتوپ U ۲۳٤ و U ۲۳۵ و U ۲۳۸ میباشدواین‌ایزوتوپ آخر قسمت اعظم آنرا تشکیل‌میدهدوحال آنکه‌مقدار نسبی U۲۳۵ فقط $\frac{۱}{۱۴۰}$ است. آیامیتوان گفت که‌همین ایزوتوپ U ۲۳۵ است که‌مخصوصاً نسبت به‌بمبارانهای‌نوترونی حساس میباشد وایزوتوپهای U ۲۳٤ و U ۲۳۸ موجوددر اورانیوم‌مانند خاك اره‌ی مرطوب دربسته‌ی ترقه‌ی اتمی عمل میکنند و ازشدت انفجار میکاهند؟ دانشمندانیکه‌مشغول کاوش‌بودند اگرمقداری U ۲۳۵ خالص

۱٤٦- Krypton

۱٤۷- مؤلف اعداد مذکوردرفوق را بعنوان وزن اتمی ذکر کرده درصورتیکه‌شماره‌ی‌اتمی‌هستند مثلا وزن اتمی باریم ۱۳۷ است نه۵٦ تصور میرودواشتباه قلمی رخ داده است. مترجم.

۱٤۸- بطورخلاصه ازانفجاراورانیوم ۲۳۵ یك اتم باریوم یك اتم کریپتون وتعدادی نوترون بدست میآید. مترجم.

داشتند میتوانستند باین سئوال بزودی پاسخ دهند بهمین جهت بالاخره یك مقدار فوق‌العاده جزئی (چند تریلیونیم گرم) U ۲۳۵ خالص بدست آورده درمعرض بمباران نوترونی قرار دادند ونتیجه این آزمایش بدین قرار بود: باوجود آنکه مقدار ماده‌ی مورد آزمایش ودر نتیجه انفجار آن بسیار جزئی بود ولی این انفجار بامقایسه باماده‌ی مصرف‌شده که ازسر سنجاق هم کمتر بود فوق‌العاده عظیم ووحشت آورده بوده و بمنزله‌ی اولین بمب اتمی حقیقی بشمار میرفت .

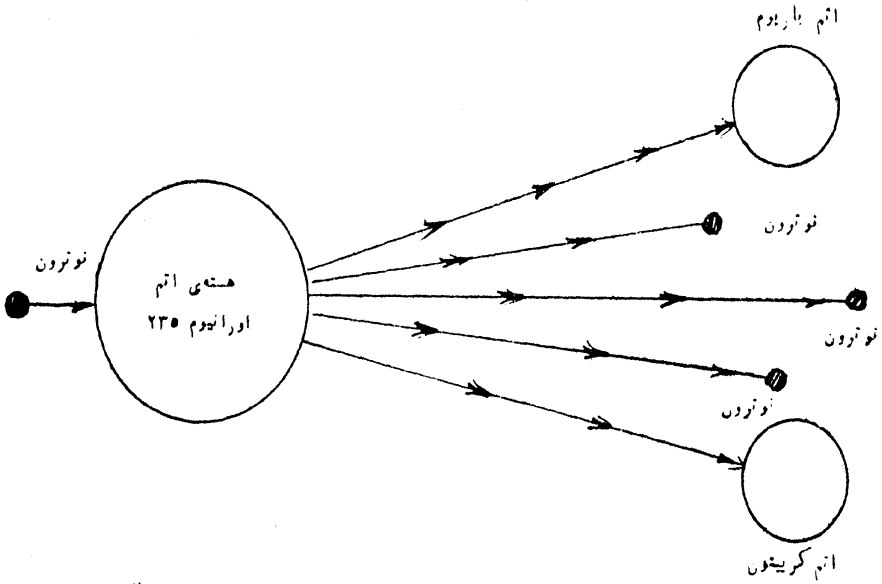
مسئله‌ی دیگری که برای سازندگان بمب اتمی باقی مانده بود ، و بحل آن چندان امیدوار نبودند ، پیدا کردن طریقه‌ی باصرفه‌ای برای جدا کردن U ۲۳۵ از U ۲۳۴ و U ۲۳۸ (که درطبیعت بسختی باهم پیوستگی دارند) بود .

ولی بالاخره باهمکاری کارخانه داران بزرگ امریکائی مقداری U ۲۳۵ که برای ساختن بمب های اتمی کافی بود بدست آمد . اگرچه طرق دیگری نیز برای منفجرساختن اتمها موجوداست ، ولی ازذکر آن خودداری میکنیم چون فعلا ثمری جزمغشوش ساختن ذهن مانخواهد داشت وگذشته ازاین ، اصول تمام انفجارها یکی است واگر چگونگی انفجار U ۲۳۵ را بفهمیم ، درصورت تمایل ، برای مطالعه‌ی کتب عالیتری نیز آماده خواهیم بود .

شکل ساده‌ی ۳۶ مارا درفهم اساس بمب اورانیوم ۲۳۵ کمك میکند. بمنظور سهولت ما انفجار یك اتم اورانیم ۲۳۵ را که از عده‌ی کمی از سایر اتمهای همین فلز احاطه شده در نظر میگیریم .

وقتی یك نوترون باین اتم بر بخورد وواردهسته‌اش بشودعدم تعادلی درهسته بودمیآورد که منجر بمتلاشی شدن اتم مزبور و تبدیل آن بـه اتمهای کریپتون و باریوم میگردد . نوترونهائیکه ، پس از این حمله‌ی شدید ، ازاتمهای شکسته‌شده آزاد میشوند واردهسته‌ی اتمهای اورانیوم ۲۳۵ مجاورشده وباعث خردشدن آنهامیگردند و عمل همینطور پیش میرودتابـالاخره درظرف مدتی کمتر ازیك میلیونیم ثانیه رگبارهای نوترونی فوق‌العاده زیاد پدیدمیآیدکه دراتم‌های اورانیوم ۲۳۵ نفوذکرده آنهارا درهم میشکنند وبمیزان وحشت آوری انرژی اتمی تولید میکنند .

این نوع خردشدن اتمهارا طریقه‌ی شکافت (فیسیون Fission) یا فعل وانفعالات زنجیری گویند . فقط بایك نوترون ، که گلوله‌ای کوچکتر



شکل ۳٦ - باین ترتیب انفجار یك اتم و آزاد شدن مقداری نوترون باعث انفجار اتمهای مجاورشده وشدت این فعل وانفعال دائماً رو بتزاید میرود . دراثرانفجاراتم اورانیوم ۲۳۵ نوترونهای آزاد واتمهای باریوم و کریپتون بدست میآید .

از اتم است ، میتوان مقادیر زیاد اورانیوم را باین طریق ازهم شکافت یعنی درهم شکست . اما داستان ما در اینجا پایان نمییابد .

بدلائلی که بحث آن در این مقام لازم بنظر نمیرسد فقط حمله‌ی یك نوترون بیك اتم ۲۳۵ اورانیوم ، بدون هیچ قید و شرط دیگری ، کافی برای شروع یك انفجار توقف ناپذیر در یك قطعه‌ی اورانیوم نمیباشد و این موضوع حقیقتاً مایه‌ی کمال خوشبختی است چه در غیر اینصورت ایجاد مخزن و انباری برای نگاهداری اورانیوم ۲۳۵ ممکن نبود . نوترونها بسیار حیله گر و چابکند و بآسانی تمام میتوانند از ماده عبور کنند . بهمین جهت حبس و نگاهداری آنها بآسانی ممکن نیست و میتوانند بسهولت وارد مخازن اورانیوم شده بآن دست یابند. اما خوشبختانه برای آنکه اورانیوم ۲۳۵ منفجر شود باید یك مقدار کاملا مشخص و معین آن در معرض حمله‌ی نوترون قرار گیرد والا نوترون بر آن اثری نخواهد داشت . این مقدار کاملا معین ۲۳۵ را علمای فیزیك هسته‌ی ما «**جرم بحرانی**» مینامند .

جرم بحرانی ، یعنی این «**جرم کاملا مشخص و معین**» عبارت از مقداری اورانیوم ۲۳۵ است که باید در معرض گلوله‌های نوترونی قرار گیرد تا بطریق فعل و انفعالات زنجیری منفجر شود . بنابراین اگر ۲۳۵ را بمقادیر جزئی ، که جرمشان مساوی جرم بحرانی مزبور نباشد ، بطور جدا گانه در انبار نگاهداری کنیم بطوریکه قطعات مختلفه‌ی اورانیوم ۲۳۵ کاملا ازهم مجزی باشند دیگر خطری در کار نخواهد بود . ولی اگر دو یا چندتا از این قطعات را ناگهان رویهم بریزیم ، بطوریکه وزن آنها برابر «اندازه‌ی بحرانی» شود ، فوراً یك انفجار اتمی رخ میدهد .

باری ما بدین ترتیب بتدریج و بدون آنکه خود آگاه باشیم، تقریباً

باصول‌ساختمانی وطرز کار بمبهای اتمی پی بردیم . فرض کنیم سه‌قطعه‌ی اورانیوم ۲۳۵ که هیچیك بتنهائی برابرجرم‌بحرانی نبوده ولی‌حاصل‌جمع آنها مساوی جرم‌بحرانی باشد (فرض کنیم هرقطعه مثلاه پوند باشد) در یك‌بمب اتمی بطریقی گذاشته شود که بهیچوجه‌باهم ارتباط نداشته‌باشند. درلحظه‌ایکه میخواهند انفجار صورت‌بگیرد دستگاه‌مخصوصی که‌درون بمب کار گذاشته شده این‌قطعات را بسرعت باهم مجاورساخته و قطعه‌ای برابر باجرم بحرانی درست میکند ودرنتیجه انفجار شروع میشود . این بود چگونگی کار بمبهای اتمی اولیه . ولی امروزه معتقدند کـه طرق دیگری درنتیجه‌ی کاوش‌های اتمی پیداشده که میتوان بآن‌وسیله قطعاتی ازاورانیوم ۲۳۵را که سابق براین غیربحرانی ، ودرنتیجه غیر قابل‌انفجار میدانستند منفجرسازند .

فصل سیزدهم

پیل اتمی

درمورد بمب اتمی دیدیم که تعداد نوترونهائیکه ازشکستن چنداتم اولیه‌ی اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم (۱۴۹) حاصل میشود بقدری زیاد است که تمام اتمهای اورانیوم مزبور دراثر آن با شدت فوق‌العاده زیادی خرد میشوند. دراینگونه موارد قدرتی معادل میلیونها اسب بخار در مدتی فوق‌العاده کمتر ازیك ثانیه ایجاد میشود. اگر میسر بود که شکستن اتم هارا کنترل کرده و کاری کنیم که انرژی تولیدشده بتدریج ودرمدتی طولانی بدست آید میتوانستیم ازانرژی حرارتی حاصل شده عملا، یعنی بنحو دلخواه، استفاده کنیم.

این مطلب مانند انفجار یکدسته ترقه میباشد که ممکن است آنهارا یکجا ویکمرتبه باهم منفجر کردیا آنکه یکی یکی وهریك را هروقت میل داشته باشیم منفجر سازیم.

---

۱۴۹ - Plutonium عنصری است بشماره‌ی اتمی ۹۴ و بوزن اتمی ۲۳۹. این عنصر درطبیعت موجود نیست و بدست بشر بوسیله بمباران اورانیوم درسایکلوترون ساخته میشود. مانند اورانیوم ۲۳۵ بوسیله نوترون منفجر میشود وقدرت انفجار آن ازاورانیوم بیشتراست. یکی ازسه بمب اتمی جنك جهانی دوم با پلوتونیوم تهیه شده بود. مترجم

اگر نمیتوانستیم حرکت نوترونها را تحت نظارت واختیار خوددر آوریم آهسته ساختن جریان انرژی اتمی غیرممکن میگردید. خوشبختانه موادی یافت میشوند ، مانند گرافیت معمولی (که برای ساختن مدادهای سیاه معمولی بکار میرود) وفلز **کادمیوم** ،کـه اگر در مقابل نوترونها مانند دیواره یاسدی قرار گیرند میتوانند آنهارا آهسته ویابکلی متوقف سازند . باین ترتیب وقتی مقادیر زیادی اورانیوم۲۳۵ یاپلوتونیوم که بیش از مقدار بحرانی باشد داشته باشیم میتوانیم متلاشی شدن اتمها را بطوری تحت نظارت قراردهیم که تامیزان معینی پیش برود یعنی بطوریکه مقادیر قابل استفاده‌ای ازمواد اتمی (۱۵۰) وحرارت بدست آید نه آنکه ایجاد انفجار سریع بشود . این موضوع مانند دیـك بخاری است با دریچه‌ی اطمینان درمقابل دیك بخار دیگری که دریچه‌ی اطمینان نداشته باشد . قطعات کربن (گرافیت) ، و کادمیوم یا مخزنهای **آب سنگین** (۲۵۱) بمنزله‌ی دریچه‌ی اطمینان این «دیك‌های اتمی» میباشند و این دیك‌هـای اتمی را **پیل اتمی** مینامند . درپیل‌های اتمی انرژی اتمی بطور تدریجی تولید میشود . دراین پیل‌ها نیز فعل و انفعالات زنجیری صورت میگیرد ولی البته محدود بحدودی است .

دراین پیل‌ها میله‌های کادمیوم و آجرهای گرافیت که برای کند ساختن حرکت نوترونها بکار میروند، بنام **ملایم کننده** موسومند . بااینکه

---

۱۵۰ ـ منظور ذرات اصلی اتمی از قبیل الکترونها ، پروتونها و نوترونهااست . مترجم

۱۵۱ـ آبی است که از ترکیب اکسیژن معمولی با ایدرژن سنگین تولید میشود . آب معمولی از ترکیب ایدرژن معمولی با اکسیژن بدست می آید . مترجم

یك نوترون آهسته آسانتر از یك نوترون سریع ازخط مستقیم منحرف میشود ولی بانهایت تعجب مشاهده میشود که نوترونهای آهسته بیش از نوترونهای سریع باعث شکافتن اتمها میشوند.

همانطور که برای کاستن از شدت انفجار بنزین بآن نفت اضافه میکنند، برای جلوگیری از انفجار شدید اورانیوم ۲۳۵ و بمنظور کنترل آن میتوان اورانیوم ۲۳۸ یا توریوم (۱۵۲) با آن مخلوط کرد.

مقصود از کنترل یك پیل اتمی فوق العاده خوب آنستکه شکافتن اتمها را بمیزان معتدل و معینی ثابت نگاهداریم بقسمیکه نه چنان ضعیف باشد که غیرقابل استفاده گردد و نه آنچنان قوی که موجب انفجار شود.

پیلهای اتمی که امروز بکار میروند دستگاههای فوق العاده پیچیده ای هستند که دارای وسائل کنترل مفصل بوده و همراه با اسبابهای الکترونی و مکانیکی متعدد میباشند. مفیدترین کاری که در این مقام میتوان کرد و مانیز امیدواریم از عهده‌ی انجام آن برآئیم اینستکه با حذف زوائد و ضمائم پیل اتمی اطلاعات ساده و روشنی درخصوص مبانی اصلی آن بدست دهیم تا اگر بعدها بخواهیم درجای دیگری دامنه‌ی مطالعات خود را وسیعتر کنیم لااقل الفبای این موضوع را خوب بدانیم.

باری موفقیت درساختن یك پیل اتمی فقط منحصر بتهیه‌ی ملایم کننده هائیکه برحرکت و سرعت نوترونهای درون پیل نظارت کنند نمیباشد. تابش نوترونی خطرناك ترین تابش ها برای نوع بشر است. بنابراین

---

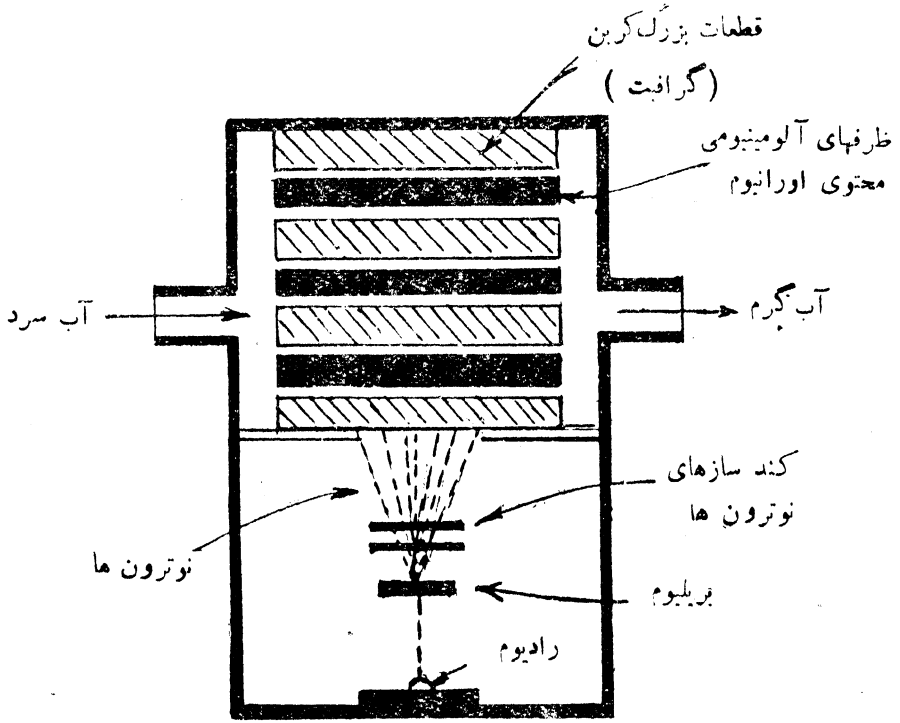
۱۵۲ ـ Thorium فلزی است خاکستری رنك، رادیو آکتیو، نسبتاً کمیاب و موجود درطبیعت بشماره اتمی آن ۹۰ و وزن اتمی ۲۳۲

مترجم

این پیل ها باید دارای دیواره‌های بسیار ضخیمی باشند که ازعبور نوترونها واشعه X جلوگیری کنند تا کسانیکه درحوالی آن کار میکنند از آسیب آن مصون بمانند.

اکنون به بینیم عمل نوترونهای آهسته وسریع در شکافتن اتمها چگونه است. درمقدار معینی اورانیوم معمولی (بیاد میآوریم که اورانیوم معمولی درطبیعت مخلوطی است از U۲۳۵ و U۲۳۸ و U۲۳۴) نوترون هائیکه دائماً ازاورانیوم ۲۳۵ بیرون میآیند بقدری سرعت دارند که اکثراً بدون آنکه باتمها آسیبی برسانند عبور میکنند. ولی اگر همین اورانیوم را با آجرهای گرافیت در پیل اتمی بگذاریم وطوری ترتیب دهیم که نوترون ها دراثر برخورد بگرافیت آهسته شوند آنوقت درشکافتن اتمها بسیار مؤثر بوده واتمها بسرعت وشدت هرچه تمامتر خرد میشوند وازاین راه نوترونهای دیگری بدست میآید که اینها نیز بنوبه خود واردهسته‌ی اتم های دیگر U۲۳۵ میشوند وعمل همینطور تکرار میشود. پس معلوم شد که فعل وانفعالات زنجیری باهمین نیرنگ، یعنی باکاهش سرعت حرکت نوترون ها، فوق العاده تسریع میشود.

اولین پیل اتمی ساده بنام شبکه بسال ۱۹۴۱ دردانشگاه کلمبیا ساخته شد. این پیل بابعاد ۸ × ۸ × ۸ پا (هرپا ۳۰٫۵ سانتی متر) از گرافیت بناشده ودرداخل آن ۷ تن اورانیوم طبیعی خالص توزیع شده بود. زیراین پیل مقدار کمی ازمخلوط رادیوم و بریلیوم که منبع دیگری برای تهیه نوترون است قرارداده شده بود (اورانیوم ۲۳۵ که همراه اورانیوم طبیعی داخل پیل است نیزیك منبع تهیه‌ی نوترون میباشد.) ونوترونهای تولید شده وارد اتم های اورانیوم میشد. در این هنگام دانشمندان مشغول



شکل ۳۷ - یك پیل اتمی ساده . در این پیل نوترونهای لازم برای فعل و انفعال از بمباران فلز بریلیوم بتوسط رادیوم ایجاد میشود .

جستجو در این امر بودند که «**ضریب تکثیر**» ، یعنی میزان پیشرفت فعل و انفعالات زنجیری، بچه چیز بستگی دارد. دومین آزمایش بعمل آمد واتم ها باشدت نسبتاً زیادی شکافته شدند اما هنوز این شدت برای آنکه فعل و انفعال براه افتاده و بخودی خود پیش رود کافی نبود . طبق تحقیقات فرمی (۱۵۳) دانشمند بزرگیکه در هسته‌ی اتم و بخصوص در پیل اتمی کار میکرد،

۱۵۳- Enrico Fermi دانشمند ایتالیائی در سال ۱۹۰۱ بدنیا آمد در سال ۱۹۳۸ جایزه نوبل را بمناسبت مطالعه در باب مواد رادیو آکتیو مصنوعی که بوسیله بمبارانهای نوترونی تهیه میشوند برد . بسال ۱۹۳۹ بامریکا مهاجرت کرد. وی اولین کسی است که در پیل اتمی کار کرده و مامور ساختن آن بوده . در کار تکمیل بمب اتمی نیز سهم بزرگی دارد. مترجم

معلوم شدهرچه اندازه‌ی پیل بزرگتروهرچه موادیکه در آن بکارمیروند خالص‌تر باشد ضریب تکثیر بیشتر خواهد بود.

بالاخره پیل اتمی بزرگتری درشیکاگو ساخته شد و نظر فرمی بثبوت رسید. مهندسینی که این پیل راساختند ازهیچگونه اقدامات احتیاطی بمنظورجلوگیری ازانفجارهائیکه امکان داشت دراثر پیشرفت فعل و انفعالات پیش آید فروگذار نکردند. بدین منظور میله‌هائی ازفلز کادمیوم درساختمان این پیل بکار بردند. (برای شرح بیشتری در این خصوص بکتاب اتم درخدمت بشر مراجعه کنید) این فلز نه تنها از سرعت نوترونها میکاهد بلکه قادر بجذب ومتوقف ساختن آنها نیز میباشد وبهمین دلیل آنرا « **اسفنج نوترونها** » میتوان نامید. این میله های کادمیومی بطور دقیق درون پیل ، جلوی مسیر نوترونها ، بقسمی کار گذاشته میشوند که بدلخواه بتوان آنهارا ازپیل خارج کرد واز سر راه نوترونها برداشت یا آنکه درپیل واردکرد وجلوی مسیر نوترونها قرارداد. وقتی پیل شروع بکار کرد ابتدامیله های کادمیوم راخارج میکنندولی همینکه مشاهده کنند سرعت متلاشی شدن اتمها خیلی زیادشده باوارد کردن میله‌های کادمیوم آنرا متوقف میسازند . بنا براین بوسیله‌ی میله هـای کادمیومی میتوان «**سیل نوترونی**» یا «**شدت نوترونها**» راتحت نظارت گرفت وکارپیل رابدلخواه تنظیم کرد .

هرچه ازنوترونها کمتر جلوگیری شود، شکافت اتمها،همانطور که پیش‌بینی میتوان کرد، بیشترمیشود. باین‌ترتیب که هرگاه‌سیل نوترونهارا قدری‌زیاد کنیم‌فوراً کنتورگایگر-مولرباتیك‌تیك‌خوداعلام‌میدارکه‌میزان خردشدن اتمها نیز بیشتر شده است ولی عملا این افزایش انفجار های

اتمی باقی نمانده بزودی ازبین میرود و برای آنکه میزان خرد شدن اتمها بالاتر رود دوباره باید بشدت سیل نوترونی اضافه نمود. علمای حاضر و بویژه دکتر فرمی اطمینان داشتند که سیل نوترونی باشدت مخصوصی باعث میشود که شکافت اتمها باتولید انرژی فوق العاده زیادی خود بخود و بدون کاهش ادامه یابد. میزان تقریبی انرژی حاصل نیز معلوم بود ولی البته نزدیك شدن بآن حداحتیاط لازم داشت زیرا بالاخره دانشمندان با مواد کشنده ای سروکار داشتند، یعنی بایك نوع مادهٔ منفجرهٔ جدید و وحشتناکی مواجه بودند. یك اشتباه کوچك در محاسبات ممکن بود بزندگی همه و بزندگی کسانی که در همسایگی مستقیم پیل بودند خاتمه دهد.

بالاخره پیل مزبور بکار انداخته شد. پس ازساعتهای متوالی آزمایش واضافه کردن تدریجی سیل نوترونی سرانجام بجائی رسیدند که دیگر عمل پیل رو بکاهش نمیرفت وعقربهٔ دستگاههای اندازه گیری که همراه پیل بود درنقطهٔ معین وثابتی ایستاده بود و گوشی دستگاه گایگر ـ مولر تیك تیك شدید وسریع وثابتی میکرد وتمام اینها نشان میداد که حالا دیگر تولید انرژی درپیل خود بخود بمیزان ثابتی رسیده و روی همین میزان باقی مانده وعمل نیز خود بخود درحال ادامه است.

از آنروز تاکنون نه تنها در تکمیل ساختمان پیلهای اتمی به پیشرفتهای زیادی نائل شده ایم بلکه موارد استعمال بیشتری نیز برای این قبیل دستگاهها پیدا کرده ایم. این موارد استعمال ابداً شباهتی بکار بمب های اتمی ندارد بدین معنی که هدفش، بجای نابودی کامل بشر، نجات زندگی بشر میباشد. در همین پیلهای اتمی است (میتوان آنها را فرخوراك پزی اتمی نامید) که ایزوتوپهای رادیو آکتیو را تهیه میکنند. این مواد که در کاوشهای پزشکی وصنعتی آتیهٔ

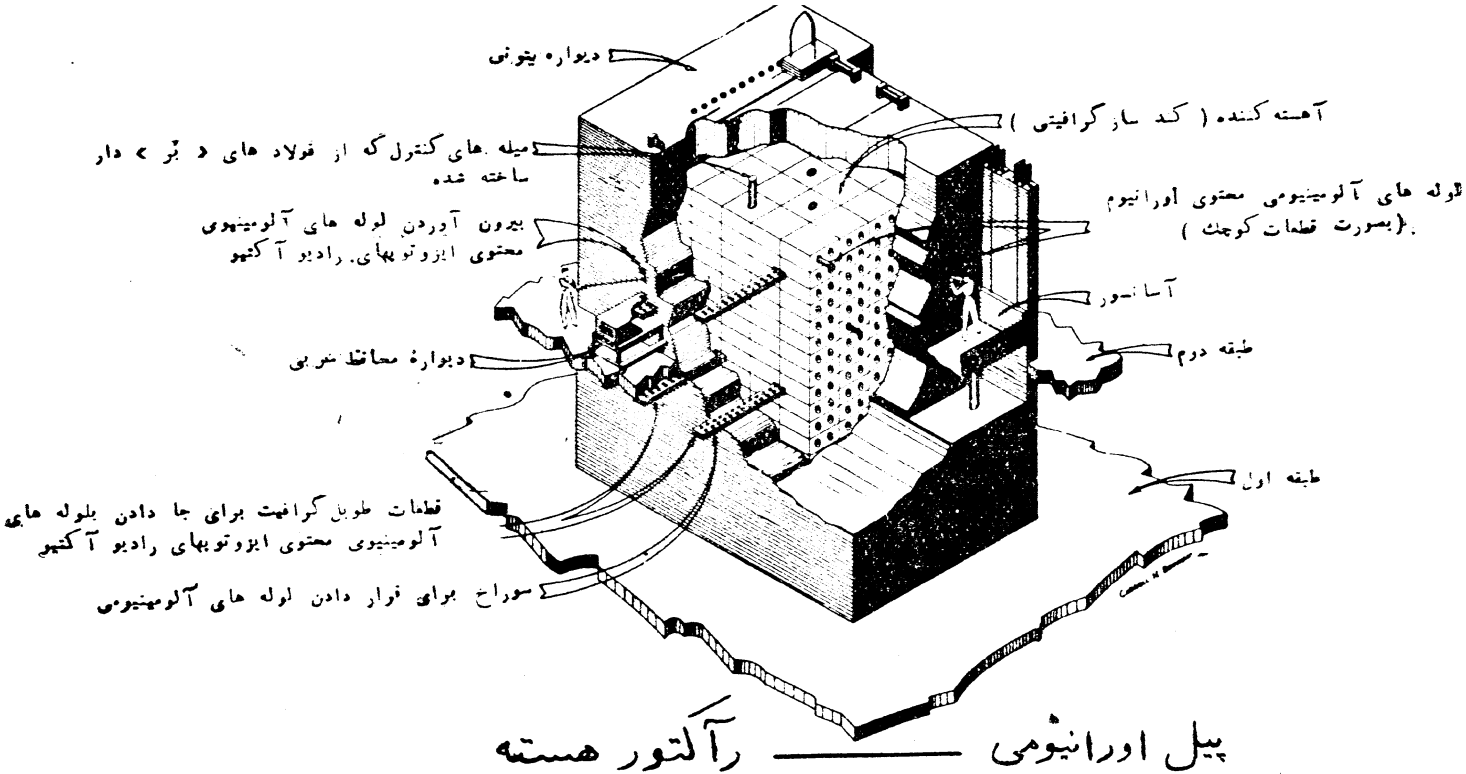
درخشانی رانویدمیدهند باین‌طریق‌ساخته میشوند که اتمهای موادمعمولی مانند کربن، ید یا فسفر وقتی درپیل های اتمی درمعرض طوفانهای‌شدید نوترونی قرارگیرند تبدیل به‌ایزوتوپهای رادیو آکتیومیشوند.

بجای پیل های اتمی کوچك ۸ × ۸ × ۸ پا(۸پا تقریباً دومترونیم است) امروزه پیل‌های اتمی چنان بزرگی وجود دارد که کارکنـان آن آن محتاج باستفاده از آسانسورهستند. دورتا دورهرپیل دیواره محافظ بتونی بضخامت ۵ پا (۵ر۱ متر تقریباً) کشیده شده‌است.

مقدارجائی‌راکه یـك پیل اتمی اشغال میکند برای زندگی یـك خانواده‌ی شش نفری (۱۵٤) کافی است. برعکس اولین پیل اتمی که در دانشگاه کلمبیا ساخته شد وفقط چند تن وزن داشت وزن پیل های اتمی بزرك امروز بالغ برچندهزار تن است. هرپیل اتمی قادر بحفظ‌وادامه‌ی‌فعل‌و انفعالات اتم‌شکنی بطوردائم میباشد وشدت‌فعل‌وانفعالات همواره‌درحدود معین‌وتحت‌نظارت دقیق‌قرارمیگیرد.

---

۱۵٤ ـ مؤلف‌فضای لازم برای یك خانواده شش نفری آمریکائی را درنظرداشته که لااقل دارای سه‌اطاق خواب، یك اطاق نهارخوری، یك اطاق پذیرائی، یك اطاق نشیمن، یك اطاق کار، یك اطاق بـرای بچه‌ها، یك آشپزخانه، دوحمام وروشوئی و مستراح‌ـویك انبارمی باشد.
مترجم



شکل ۳۸ ـ یك راکتور هسته‌ای یاپیل‌اتمی بزرك وجدیدکه فعلا ازآن بهره برداری میشود. این پیل بقدری بزرك‌است برای کارکردن باآن مجبور باستفاده از آسانسور های الکتریکی هستند . (با تقدیم تشکرواحترام بکمیسیون انرژی اتمی)

فصل چهاردهم

توان یا قدرت اتمی

دیدیم که قسمت اعظم انرژی حاصل از انفجارهای اتمی بصورت حرارت‌است، خواه انفجار سریع باشد(انفجار در بمب‌اتمی) ، خواه آهسته ومنظم (انفجار در پیل اتمی) . این حرارت ازهمان‌نوع حرارتی است که از بخاری یااجاق برمیخیزد وپنجه‌ی پاهای ما را گرم‌میکند یا چای وقهوه‌ی صبحانه‌ی مارا میسازد .

پیل‌های‌اتمی بمقادیرهنگفتی حرارت تولیدمیکنند ومقدارحرارت مزبور بستگی بابعاد وشدت فعالیت پیل دارد . مثلاحرارتیکه دریکی‌از پیل‌های‌اتمی بزرگ‌اتمی‌ما تولید میشود بقدری‌است که‌برای‌خارج کردن حرارت حاصل ازدستگاه، از رودخانه‌ی **کلمبیا** (۱۵۵)استفاده میکنند . ازاین حرارت درشرائط خاصی ممکن است بنحومناسبی‌استفاده کرد .هر پیل اتمی ، صرفنظر ازاینکه بچه منظوریا چگونه ساخته شده باشد،باید

---

۱۵۵ ـ رودخانه‌ایست درایالت واشنگتن امریکا که باقیانوس آرام میریزد واین پیل اتمی همان **کوره اتمی هنفرد** میباشد . مترجم

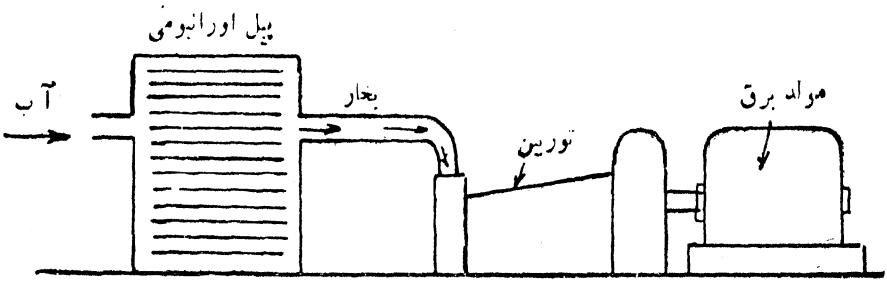
خنك نگهداشته‌شود والاحرارت حاصل کم کم بحدی میرسد که خسارت بزرگی ببارمیآورد . دربعضی ازنمونه‌های جدید برای خنك‌نگاهداشتن پیل اتمی‌از **فلز بیسموت** (۱۵۶) استفاده میشود باین طریق که فلزاز یك طرف واردپیل شده ودراثرحرارت ذوب‌میشود و در لوله های مخصوصی بجریان افتاده وبصورت مذاب ازطرف‌دیگرپیل‌خارج میگردد . بیسموت مذاب درخارج پیل‌سردومنجمدشده‌ودوباره‌واردپیل میگردد واین عمل بهمین طریق ادامه مییابد و حرارت تولید شده در پیل را بدین ترتیب خارج میسازد . بنابراین اگرمایع‌سردی رادائماً ازپیل جریان‌بدهیم باین وسیله خواهیم‌توانست حرارترار ازپیل بیرون ببریم .

استفاده از انرژی اتمی برای‌مصارف‌علمی مبتنی‌برهمین‌امراست . مثلامیتوانیم آبرا درون پیل‌اتمی‌مخصوص‌حرارت‌داده ببخار تبدیل‌کنیم و این بخاررا بیك ماشین‌بخاریابیك توربین‌هدایت‌کرده وآنرا نیزبنوبه‌ی خودبیك دستگاه مولد برق‌وصل‌کنیم وانرژی الکتریکی بدست‌آوریم وباین ترتیب اولین‌آرزوی خود، یعنی تبدیل انرژی اتمی بانرژی مفید راعملی کنیم. تجربیاتیکه‌امروزه بعمل میآیدنیز درتعقیب‌همین‌نظراست .

ساختن اتومبیل ، طیاره ، لوکوموتیو یا فشفشه‌ی اتمی البته جزو آرزوهای دورودرازاست زیراهمیشه دردستگاههائیکه با انرژی اتمی سروکاردارند باید دردرجـه‌ی اول فکری برای تامین جان‌کارکنان آن دستگاههابکنیم . سدهای محکم وضخیم باید بین‌دستگاه وکسانیکه با آن‌کارمیکنند بکشیم‌والاتابش‌هائی‌که درپیل بوجودمیآید بتدریج‌وحتی

---

۱۵۶ ــ فلزی است درخشان وخاکستری مایل بسفید که درحـدود ۲۷۰ درجه حرارت ذوب میشود . مترجم



شکل ۳۹ - یکی از طرق تبدیل انرژی اتمی با نرژی قابل استفاده اینستکه پیل اتمی را بجای یك دیگ بخار بکار ببریم یعنی آبرا بوسیله‌ی حرارتیکه در پیل تولید میشود بخار کنیم و بوسیله‌ی این بخار رر دستگاههای مولد برق را بحرکت در آورده انرژی برق بدست آوریم .

آناً موجب مرگ میشود. هیچ اتومبیل، هواپیما یا حتی هیچ لوکوموتیوی امروزه نمیتواند چنین دستگاههای سنگینی را حمل کند واگر بخواهیم عقیده‌ی دانشمندانرا دراین بابت قبول کنیم باید بگوئیم که زیر دریائیها و کشتی های جنگی نیز ازحمل دستگاههای مزبور عاجزند (۱۵۷) . شاید روزی برسد که ما تسلط خود را برحرکت نوترونها و برتابش خطرناکی که ازشکافتن اتمها تولید میشود بقدری توسعه دهیم که بتوانیم موتورهای کوچك وسبکی برای مصرف دراتومبیل‌ها و هواپیماها بسازیم . ازطرف دیگر نباید ازنظر دورداشت که خیلی امکان داردبزودی وبطورناگهانی اکتشافاتی بعمل آید وماشین‌های اتمی را وارد بازارکندواستفاده‌ازآنرا برای همه کس ممکن سازد . آری ، جهانیکه مادرآن زندگی میکنیم با چنین سرعتی پیش میرود .

---

۱۵۷ ـ این کتاب سه‌سال پیش نگارش یافته . در ۱۷ ژانویه ۱۹۵۵ یعنی تقریبا یکسال پیش دولت امریکا اولین زیردریائی اتمی خودرا بنام نوتیلیوس Nautilus ، به آب انداخت شرح ساختمان این زیر دریائی بتفصیل در کتاب **اتم درخدمت بشر** آمده است .

فصل پانزدهم

بمب ایدروژنی

درفصل پنجم مطالبی درباره‌ی ترکیب دواتم ایدرژن وتشکیل یك اتم گازهلیوم بیان کردیم. همچنین فهمیدیم که وزن یك اتوم هلیوم کمتر از دو اتم ایدرژن(۱۵۸)میباشدو بهنگام ترکیب دواتم ایدرژن، این تفاوت جزئی تبدیل بانرژی میشود. حتی تصورمیکنند که همین ترکیب دو اتم ایدرژن وتشکیل یك اتم هلیوم است که در کره‌ی آفتاب انجام گرفته وحرارت فوق‌العاده زیاد کوره‌ی خورشید را که بدون آن زندگی برروی زمین محال میباشد، تولید میکند. فراموش کردیم یادآوری کنیم که انرژی تولید شده ازاین ترکیب هزار برابر انرژی انفجار بمب اتمی است. کمیسیون انرژی اتمی مشغول تهیه تأسیسات بزرگی برای تولید اجزاء این عامل تخریبی مخوف میباشد.

در مورد انفجار اتمی، ما کلمه‌ی «**شکافت یا شکافتن**» (فیسیون FISSION) را بکاربردیم واین کلمه متلاشی شدن واز هم پاشیدن اتم‌ها

---

۱۵۸ منظورایدرژن سنگینن است که وزن اتمی آن تقریباً ۲ میباشد.
مترجم

را میرسانید . ولی درمورد بمب ایدرژنی کلمه‌ی «پیوند» (فوزیون)را بکارمیبریم، زیرا دراین بمب ترکیب‌دواتم‌ایدرژن‌وتشکیل یك اتم هلیوم مانند آنستکه‌دواتم ایدرژن بهم جوش میخورند وباهم‌پیوند یافته جسم واحدی را تشکیل میدهند .

طرزتولید انرژی اتمی درموردبمب‌اتم ، چنانکه ملاحظه کردیم ، طوری است (۱۵۹) که نویدهای‌مسرت بخشی میدهد و کمك‌های بزرگی بکشورما وبتمام دنیادرزمان صلح خواهدکرد وحال آنکه بمب ایدرژن فعلا بجز مقداری انرژی غیر قابل و نظارت که فقط بکار مقاصد نظامی میخورد چیز دیگری بماهدیه‌نمیکند . فعل و انفعالات اتمی معمولی را ممکن است بقدری آهسته و رام کردکه جریان ملایم ودائمی ازانرژی قابل استفاده برای تولیدنیروی برق وبرای صنعت بدست آورد وحال آنکه وقتی‌فعل وانفعال ایدرژنی شروع شود دیگر آنرا نمیتوان تحت تسلط در آورد . (امروز مشغول‌مطالعه در کیفیت کنترل این انرژی‌نیز میباشند و شاید بزودی به نتیجه‌ی مثبت برسند . مترجم)

انفجار دربمب اتمی باین طریق صورت‌میگیرد که دویا چندقطعه ازماده‌ی قابل انفجار اتمی را(U ۲۳۵) ناگهان بهم نزدیك میکنند تا جرم‌آنها برابر مقداری شود که‌فیزیك‌دانها آنرا جرم بحرانی‌میگویندو آنوقت ، بدون‌آنکه انرژی از خارج بآن بدهیم ، انفجار بخودی خود شروع میشود ودرنتیجه‌مقدار فوق‌العاده‌زیادی انرژی که بیشتر آن‌بشکل حرارت است رها میگردد .

---

۱۵۹ ـ منظورانرژی حاصل ازانفجاراورانیوم استکه قابل نظارت بوده ومنجر بساختن بیل اتمی میشود . مترجم

برای ترکاندن یك ترقه باید حرارت باروت آن رسانید تا انفجاری که صرفاً جنبه‌ی شیمیائی دارد انجام گیرد واین عمل بتوسط یك چاشنی صورت میگیرد . بمب ایدرژن نیز چاشنی میخواهد ولی این چاشنی، بر خلاف چاشنی ترقه، فقط یك کبریت نیست بلکه چاشنی قوی‌تری لازم است حرارتی که برای راه انداختن فعل وانفعالات ایدرژنی لازم داریم چندین میلیون درجه است و فقط یك چیز میتواند چنین حرارتی را دراختیار ما بگذارد و آن بمب اتمی است . پس یك بمب ایدرژنی بناچار ترکیبی است ازیك بمب اتمی ،که بمنزله‌ی چاشنی میباشد؛ ویك بمب ساده‌ی ایدرژن که بمب اتمی مزبوررا احاطه کرده و باید ابتدا بمب اتمی منفجر شود تا گرمای لازم برای تحریك انفجار بمب ایدرژن را تولید کند .

ما اکنون فقط میدانیم که در بمب ایدرژن یك نوع فعل وافعال ایدرژنی بوقوع میپیوندد وهر مطلب دیگر یکه دراین باره گفته شود چیزی جز تخیل بیش نیست زیرا اسرار این بمب و انفجارهای ایدرژنی بعلت حفظ مصالح کشور مکتوم مانده است ،

ایدرژنیکه دراین فعل وانفعالات شرکت میکند وسر انجام اتم هلیوم رابوجود میآورد فقط منحصر به ایدرژن متعارفی نیست بلکه ایدرژن سنگین (بوزن اتمی ۲) وتریتیوم (۱۶۰) (بوزن اتمی ۳) نیز چنانکه سابقاً اشاره کردیم دراین فعل و انفعالات دخالت دارند. اکنون ایدرژن متعارفی را که وزن اتمیش یك است پروتیوم (۱۶۱) و ایدرژن سنگین را

Tritium–۱۶۰

Protium–۱۶۱

دوتریوم (۱۶۲) مینامند .

ازتحقیقات علمی که بعمل آمده چنین برمیآید که ازراه ترکیبات متعددی میتوان انفجارهای ایدرژنی تولید کرد . یکی آنکه یك پروتون را بایـك اتم تریتیوم ترکیب کنیم دیگر آنکه ممکن است تریتیوم و دوتریوم رابکمك حرارت زیادباهم ترکیب وباین وسیله تولیدانفجار نمود. ترکیب **لیتیوم** بادوتریوم یاترکیب لیتیوم با پروتون نیزطریقه‌ی دیگری برای تولید انفجار ایدرژنی است (۱۶۳)

---

۱۶۲ - Deuterium

۱۶۳ ـ معادلات فعل وانفعالات اتمی فوق را بترتیب میتوان بصورت زیر نوشت .

$$ {}^{1}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He \quad ({}^{1}_{1}H \text{ علامت یك پروتون است}) $$

$$ {}^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n $$

$$ {}^{7}_{3}Li + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n $$

$$ {}^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He $$

فصل شانزدهم

در جستجوی اورانیوم

برای تکمیل چنین کتابی لازم‌است که در آن ذکری از جستجوی معادن اورانیوم نیز بمیان آید ، زیرا اورانیوم نه‌تنها ماده‌ی اصلی بمب اتمی و پیل‌های قدرت زای اتمی است بلکه برای ساختن بمب ایدرژنی هم لازم میباشد و بنابراین اگر ایالات متحده‌ی امریکا دارای ذخائر فراوانی ازاین فلز نباشد تمام دقائق و اطلاعات فنی درباره‌ی انرژی اتمی بیمصرف خواهد ماند . از آنچه تاکنون معلوم شده چنین برمیاید کـه ذخیره‌ی اورانیوم جهان تمام نشدنی نیست . ماهنوز دقیقاً نمیدانیم که پایان آن کی و کجاست ولی قدر مسلم آنستکه ذخیره‌ی اورانیوم ، با در نظر گرفتن جمیع احتمالات، کافی نمیباشد. کشور ما باید همواره درصدد کشف معادن اورانیوم جدیدی باشد که عیار اورانیوم آن برای تضمین مزد کارکنان و سایر مخارج کافی باشد . جستجو ، از هم اکنون شروع شده است . مانند دسته‌ی مشهور « جویندگان طلا » (۱۶۴) درقرن نوزده ، امروزهم عده‌ای بدنبال ماده‌ای

---

۱۶۴ این دسته که Forty - niners نامیده میشدند کسانی بودند که بلافاصله پس از کشف فلز طلا در سال ۱۸۴۹ برای بدست آوردن این فلز بطرف کالیفرنیا رهسپار شدند . مترجم

در زمین میگردند که ازطلاقیمتی‌تر ومفیدتر و برای آینده‌ی کشورامریکا بمراتب با اهمیت‌تراست . کمیسیون انرژی اتمی مانه تنها بجویندگان اورانیوم کمك میکندبلکه جایزه‌هائی هم میپردازد تا بدینوسیله‌مردم‌را تشویق بـابـراز فعالیت در جستجوی اورانیوم بنماید . کسانیکه معادنی کشف کنند که‌عیاراورانیومش ازحدمعینی بیشتر باشد و بتواند مقدارمعینی اورانیوم بدهد جایزه‌ای بمبلغ ده‌هزار دلاردریافت خواهند کرد وتازه‌این مبلغ، نسبت‌بمبالغ هنگفتی که ازخودمعدن نصیب آنهاخواهدشد(۱۶۵) مقدار ناچیزی است .

اورانیوم و سایر مواد رادیو آکتیو همه جـا درزمین وجود دارد منتهی بطوریکنواخت پراکنده نشده‌اند بطوریکه‌بعضی نقاط ازاین‌حیث غنی‌ترازسایر نقاط‌اند . این فلزسنگین خـاکستری رنگ رویهمرفته یك ده‌هزارم پوسته‌ی زمین را تشکیل میدهد ولی عیار آن دربعضی از نقاط مکشوف ونیزدربعضی از نقاط نا مکشوف خیلی‌بیشتراز این مقداراست. امور این دنیای جدیـد اتمی بقراری است کـه آینده‌ی ایالات متحده‌ی امریکا بانرژی اتمی بستگی دارد : آینده امریکا از لحاظ نیروی‌نظامی آینده‌ی امریکا ازلحاظ قدرت عظیم صنعتی‌وازنظرپیشرفتهای اجتماعی‌و فراوانی نعمت برای همه .

اکنون درایالات متحده‌ی‌امریکا ،جویندگان اورانیوم‌ازپیرگرفته تاجوان، باکنتورهای گایگرمولرخود مشغول جستجوی‌اورانیوم درزمین میباشند . این‌جویندگان‌اورانیوم‌بروی تپه‌هاودشتها، درآنجائیکه ایالات

---

۱۶۵ ـ توضیح آنکه درآمریکا هرکس معدنی پیدا کند بمـوجب قانون مالك آن معدن شناخته میشود . مترجم

اوتا ، کولورادو ، آریزونا و نیومکزیکو باهم تلاقی میکنند پراکنده شده‌اند . همچنین معلوم شده که درایالات **نوادا . وایومینگ ، مونتانا و میشیگان**(۱۶۶) نیز معادنی یافت میشود . دراین سرزمین‌های پهناور، **اورانیوم** بصورت اکسید اورانیوم (U_3O_8) و بمقادیر متفاوتی وجود دارد . مقدار آن در پاره‌ای از نقاط بقدری کم است که بزحمت استخراج نمیارزد ودر بعضی جاها بقدری است که ارزش استخراج دارد وشاید در بعضی نقاط دیگر ، که هنوز کشف نشده ، مقدار اورانیوم بقدری زیاد باشد که جوینده را ثروتمند سازد . فعلاچند معدن کوچك بتوسط اشخاص در دراین ناحیه کشف وبطورخصوصی بهره برداری شده است . دراین گونه موارد ، کمیسیون انرژی اتمی نه‌تنهامایل ومشتاق کمك وراهنمائی کردن است، بلکه‌هرتن ازاین سنگ‌معدنی قیمتی را که‌ازعمق بروی زمین آورده وبرای حمل‌ونقل آماده شده باشد بقیمت‌خوبی میخرد . اورانیوم جویان امروزی ، برعکس طلاجویان ریشوی‌دیروز ، جوانانی‌هستند که عده‌ای، بجستجوی معدن ، زمین را میشکافند وسنگ‌ها را آزمایش میکنند و عده‌ی‌دیگری که‌معدنی رایافته‌اندروی سنگ‌های معدنی‌خود کارمیکنند، وهمه‌همواره‌امیدوارند که بخت یاری کند وبمعدنی که عیارش‌فوق‌العاده خوب باشد بربخورند .

بطور کلی ، وقتی معدن‌نزدیك سطح‌زمین بوده وخیلی عمقی‌نباشد عملیات معدن شکافی بسیار ساده‌است ، زیرا نیازی بـدستگاههای تلمبه برای خارج کردن آب‌نیست وبعلاوه ، این معدنچیان جدید دراینصورت

---

۱۶۶ — Colorado ، Utah ، Arizona ، New Mexico ، Nevada ، Wyoming ، Monotana ، Michigan

بدستگاههای سنگین و گران قیمتی (مانند دستگاه حفاری ، دستگاه : خارج کردن سنگ‌های معدنی ودستگاه بعمل آوردن سنگ‌ها و آماده کـردن آنها) نیز احتیاجی ندارند . بعضی از جوانان متهوروپر کارجز بکلنگ و بیل و ارابه‌ی دستی بچیز گران قیمت‌تر و پیچیده‌تری محتاج نیستند.

ملاحظه میشود که لوازم کاردرمعادن اورانیوم طوری است کـه هم برای عاملین کوچك و هم برای عاملین بزرگ محلی برای فعالیت موجود است . عده‌ی کمی از این معادن بقدری بسطح زمین نزدیك است کـه تقریباً بلاواسطه و بلافاصله میتوان بسنگ معدنی دست یافت .

جوانانیکه از آلودن دست بگل وخاك و از بکارانداختن عضلات خود باك ندارند سودی کـه ازیك معدن متوسط العیار نصیبشان میشود ممکن است مبلغ قابل توجهی باشد . بازار اورانیوم همواره کساد ناشدنی و گرم است . احتیاج و کیف پر از پول **عموسام** ضامن این مدعااست .سنگ معدنی متوسط بیش از تنی ده‌دلار وسنگ های خیلی خوب تاتنی شصت و شش دلار بفروش میرسد . البته ممکن است بجستجوی اورانیوم باینطرف و آنطرف گشتن وزمین را زیرورو کردن کارمشکلی باشدولی لطف پیشاهنگی و جهانگردی وانتظار یك « برخورد بزرگ » وثروت هنگفت همیشه در آن نهفته است .

معنی لغات علمی مندرج در این کتاب

(از مترجم)

آب سنگین . آبی است مرکب از ایدرژن سنگین و اکسیژن. اگر آب سنگین جلوی راه نوترونهای سریع قرار گیرد حرکت آنهارا آهسته میکند واز همین خاصیت آن در بمباران نوترونی استفاده میشود .

اتم (Atom). واحد ساختمانی جسم ساده یعنی کوچکترین قطعه‌ی یك جسم ساده است، بطوریکه اگر بخواهند آنرا تقسیم وکوچکتر کنند متلاشی شود وخاصیت خودرا ازدست بدهدو باجسام سبکتری تبدیل گردد . اتم را سابق براین جزء تقسیم ناپذیری دانسته و بهمین سبب آنرا جزء **لایتجزی** مینامیدند (کلمه‌ی اتم که لغت یونانی است نیز همین معنی رامیدهد) ولی امروزه اتم رامتشکل ازالکترون (-) وپروتون (+) ونوترون (خنثی) میدانند .

اختلاف سطح الکتریکی . عاملی است که سبب برقراری جریان برق دریك جسم هادی مانند سیمهای فلزی میشود. هرچه اختلاف سطح الکتریکی بیشتر باشد جریان برق بهتر یعنی بسرعت بیشتر ازسیم‌ها میگذرد. اختلاف سطح الکتریکی را **ولتاژ** یا **اختلاف فشار** الکتریکی گویند وبرحسب ولت بیان میکنند . مثلا اختلاف سطح برق تهران ۲۲۰ ولت است .

اشعه‌ی آلفا (α) . بکلمه‌ی **ذرات الفا** مراجعه شود .

اشعه‌ی ایکس (X) . اشعه‌ی نامرئی که از بسیاری مواد منجمله بدن انسان میگذرد ازمواد سبك‌تر ازقبیل کاغذ ، چوب، پارچه ، آلومینیوم . گوشت بدن بهتر وازمواد سنگین‌تر ازقبیل سرب ، استخوان، بلور (بعلت داشتن سرب) سخت‌تر میگذرد . از همین خاصیت در پزشکی برای عکس برداری از بدن واحشاء استفاده میکنند .

اشعه‌ی بتا (β) بکلمه‌ی **ذرات بتا** مراجعه شود .

اشعه‌ی کیهانی . اشعه‌ی نامرئی که ازفوق جو دائماً برسطح کره‌ی زمین میتابند . این اشعه دارای انرژی وقدرت نفوذفوق‌العاده زیادی هستند بطوریکه مقدار زیادی درعمق زمین فرومیروند . تصور میکنند که قسمت اعظم اشعه‌ی کیهانی دراصل ازپروتون تشکیل شده و این پروتونها دراثر برخورد باذرات هوای جو آنهارا متلاشی کرده تولید الکترون ، پروتون ، نوترون میکنند که اینهارا اشعه‌ی کیهانی ثانوی گویند . این اشعه نیز بنوبه‌ی خود تولید اشعه‌ی کیهانی درجه سوم میکنند وهمینطور اما آخر .

اشعه‌ی گاما (γ) یکنوع اشعه‌ی ایکس نافذتر و قویتر است که دائماً از رادیوم وسایر مواد رادیو آکتیو بیرون میآید .

اطاق ابری ویلسون . دستگاهی است که مسیر حرکت ذرات باردار اتمی را بشکل تیرشهاب که شبها درآسمان دیده‌اید نشان میدهد .

الکترود (Electrode) . جسم هادی است که در دستگاهی قراردارد ومخصوص اتصال بجریان برق میباشد . یکدستگاه ممکن است دو الکترود یا بیشتر داشته باشد .

الکترون (Electron)واحدساختمانی الکتریسیته‌ی منفی یعنی کوچکترین ذره‌ی الکتریسته‌ی منفی است . الکترون یکی از اجزاء ساختمان اتم است .

الکترون آزاد . الکترونهائیکه جریان برقرا در اجسام هادی بوجود میآورند .

الکترون ظرفیت ـ الکترونهای مدارهای خارجی یك عنصر. تعداد این الکترونها برابر ظرفیت شیمیائی عنصر است .

الکتریسیته . یکنوع انرژی است که تولید انرژی نورانی ، حرارتی ، شیمیائی ، مکانیکی وغیره میکند. الکتریسیته بوسیلهٔ مالش و بوسیلهٔ فعل وانفعالات شیمیائی (چراغ قوه‌ی جیبی) و بوسیلهٔ دخالت مغناطیس (در دینام اتومبیل ودوچرخه) ساخته میشود .

الکتریسیته جاری . ما آنرا برق یا جریان برق مینامیم. از حرکت الکترونها در یك هادی تولید میشود .

الکتریسیته‌ی ساکن . در اثر مالش در اجسام پیدا میشود و بر دو نوع است :
۱ ـ **الکتریسیته‌ی** منفی که عبارتست از اجتماع الکترونها بحال سکون در یك جسم ۲ ـ **الکتریسیته مثبت** که کوچکترین جزء آن پروتون نامدارد ودر اثر کم بود الکترون یا زیادتی پروتون در یك جسم بوجود میآید

الکتریسیته نما(الکتروسکپ Electroscope)دستگاهی است که وجود الکتریسیته را نشان میدهد .

آلومینیوم(Aluminium) . فلز سبك وسفید رنگی است. علاوه بر مصارف آشپزخانه درصنعت نیز مورد استعمال زیاد دارد .

آمپراژ (Amperage) بکلمه‌ی شدت جریان برق مراجعه شود

انرژی . قابلیت انجام کار را انرژی گویند. مثلا میگوئیم الکتریسیته دارای انرژی است زیرا الکتریسیته میتواند برای ما کار انجام دهد. انرژی الکتریسیته را انرژی الکتریکی گوئیم. انرژی انواع مختلف دارد که مهمترین آنها بدین قرارست: انرژی حرارتی (یعنی انرژی مربوط بحرارت) ، انرژی حرکتی (زیرا هرجسمی که دارای حرکت و سرعت باشد میتواند کار انجام دهد) ، انرژی شیمیائی (انرژی حاصل شده ازفعل وانفعالات شیمیائی) وانرژی اتمی که ازتمام اقسام انرژی نیرومندتر است ودراثر انفجارهای اتمی یافعل و انفعالات هسته‌ای تولید میشود . کلمه‌ی انرژی درمحاورات روزانه نیز مصرف میشود مثلا میگویند این شخص دارای انرژی است. یعنی «آدم پر کاری» است.

اورانیوم (Uranium) . فلزی سنگین وسفید نقره‌ای فام و رادیو آکتیو است. سنگ معدنی آن پیچ بلند (Pitchblende) و کار نوتیت است. اورانیوم بسال ۱۷۸۹ توسط کلاپروث کشف شد . این فلز دارای سه ایزوتوپ است : U۲۳۸ و U۲۳۵ و U۲۳۴ است. درصد گرم اورانیوم طبیعی ۹۹/۳ گرم U۲۳۸ و ۰/۶۹۲ گرم U۲۳۵ و ۰/۰۰۸ گرم U۲۳۴ وجود دارد . اورانیوم که امروز از منابع فوق‌العاده پر اهمیت انرژی اتمی است در بمب و پیل اتمی مصرف میشود . قابلیت انفجار اتمی وتولید انرژی U۲۳۵ از دو ایزوتوپ دیگر فوق‌العاده بیشتر است

ایدروژن . عنصری است گازی شکل بی‌رنگ ، بی‌بو و بی طعم از تمام عناصر سبک‌تر است . درهوای معمولی بحال آزاد بمقدار فوق‌العاده

ناچیز وجود دارد . آب‌ازترکیب ایدرژن‌واکسیژن بوجود آمده بطوریکه در۹ گرم آب یك گرم ایدرژن و۸ گرم اکسیژن وجود دارد . ایدرژن دارای سه‌ایزوتوپ است : ۱ ـ ایدرژن متعارفی یا ایدرژن سبك ۲ ـ ایدرژن‌سنگین (دوتریوم) یا ایدرژن «دووزن» ۳ ـ ایدرژن «سه‌وزن»(تریتیوم) . مقدار ایدرژن سبك (پروتیوم) ۹۸/۹۸ درصد ایدرژن‌طبیعی است .

ایدرژن سنگین (Deuterium) . وزن اتمی آن ۲ ومقدار آن ۰/۰۲ در صد ایدرژن طبیعی است .

ایزوتوپ(Isotope) . عنصریکه‌ازحیث‌خواص‌شیمیائی وتعدادالکترونها وپروتونها مشابه عنصردیگری باشد وفقط‌دروزن‌اتمی باآن‌عنصر تفاوت‌داشته‌باشد . درشیمی‌عنصراصلی‌وایزوتوپهای آنرارویهمرفته فقط یك‌عنصر حساب‌میکنند . مثلا اورانیوم دارای سه ایزوتوپ است که عنصر اصلی U۲۳۸ است که مقدار درصد آن ۹۹/۳ گرم درصد اورانیوم‌طبیعی‌است . دوایزوتوپ دیگر U۲۳۵ و U۲۳٤ میباشند که مقدار درصد آنهابسیارجزئی‌است . به‌اورانیوم‌مراجعه شود .

اینچ (Inch) . معادل۲/٥٤ سانتی‌متر .

بارالکتریکی . وجودالکتریسیته‌ی ساکن‌مثبت‌یامنفی دریك‌جسم.جسمی که دارای مقدآر الکتریسیته‌ی ساکن‌است میگویند دارای بـار الکتریکی است .

باردار . جسمی‌که دارای بارالکتریکی است . وقتی‌میگوئیم فلان‌جسم باردار میباشد یعنی دارای مقداری الکتریسیته‌ی ساکن مثبت یا

منفی است

بار شده . جسمی را که دارای بار الکتریکی کرده‌اند . مثلا میگوئیم «یك الکتریسیته نمای بارشده» یعنی الکتریسیته نمائیکه بآن بار الکتریکی داده‌ایم .

بار کردن . دادن الکتریسیته‌ی ساکن بجسمی ، مثلامیگوئیم : «بار کردن الکتریسیته نما»

باریوم (Barium) فلزی است سفید نقره‌ای فام .

باتری . مجموعه‌ی دو یا چند پیل الکتریکی . مثلا قوه‌ی کتابی چراغ قوه‌ی جیبی یك باتری است که از سه پیل تشکیل شده .

بریلیوم (Beryllium) یا **گلوسینیوم** (Qiucinium) ـ فلزی کمیاب و فولادی رنگ است . اگر این عنصر بوسیله‌ی رادیوم بمباران شود تولید نوترون میکند و بهمین جهت بریلیوم و رادیوم را در پیل اتمی بعنوان منبع نوترون بکار میبرند .

پا (**فوت** Foot) . واحد طول انگلیسی و امریکائی معادل ۳۰/۵ سانتی متر تقریباً .

پدیده . اتفاق کیفیت ، امر ، حادثه یا اثریکه بظهور برسد . مثلامیگوئیم برق زدن در آسمان یك پدیده‌ی الکتریکی و قوس و قزح یك پدیده‌ی نوری است .

پرتناوب. جریان برق متناوبی که تناوبش (فرکانسش) خیلی زیاد باشد .

پروتون (Proton) کوچکترین ذره‌ی الکتریسته‌ی مثبت . پروتون یکی از اجزاء مشکله‌ی اتم است که فقط در هسته‌ی اتم وجود دارد .

پوند (Pound) واحد وزن امریکائی و انگلیسی معادل ۴۵۳/۶ گرم است.

پیل اتمی . دستگاهی است که در آن انفجار های اتمی را تحت نظارت قرار داده و شدت فعل و انفعالات هسته ای را بمیزان دلخواه رسانیده و ثابت نگاه میدارند و از انرژی تولیدشده برای بخار کردن آب و از بخار آب بحرکت در آوردن دستگاههای مولد برق استفاده میکنند . ضمناً در پیل اتمی موادی را تحت بمباران های نوترونی یا پروتونی قرارداده و از آنها ایزوتوپهای رادیو ، آکتیو میسازند که در کشاورزی و پزشکی مصرف میشود . پیل های اتمی امروز ساختمان های فوق العاده بزرگی هستند که بزرگی بعضی از آنها بیك عمارت چندطبقه میرسد، بطوریکه کارکنان این دستگاهها مجبور باستفاده از آسانسور میباشند . ماده ایکه در پیل اتمی منفجر میشود و تولید انرژی اتمی میکند اورانیوم است و این انفجار اتمی در اثر گلوله های نوترونی که سرعت کمی دارند انجام میگیرد .

پیل الکتریکی . دستگاهی است که در اثر فعل و انفعالات شیمیائی که درون آن انجام میگیرد، تولید جریان برق میکند . یك نوع از پیل های الکتریکی را پیل خشك مینامند که همان قوه های چراغ جیبی و باتریهای خشك رادیو میباشد .

پیوند (Fusion) نوع مخصوصی از انفجار اتمی که در اثر بهم پیوستن هسته ی چند اتم ایجاد میشود مانند انفجار بمب ایدرژنی .

تابش یا تشعشع . خروج انرژی از ماده بصورت موج یا بصورت ذره . مثلا مواد رادیو آکتیو دائماً انرژی حرارتی ، اشعه ی گا ، ذرات بتا (الکترون) و ذرات آلفا (هلیون) از خود خارج میکنند و بتمام اینها میگویند : تابش مواد رادیو آکتیو. همچنین تابش اشعه ی

ایکس ؛ تابش نوترونی تابش الکترونی وغیره نیز داریم .

تخلیه . خارج کردن هوا یا گازهای موجود در یك محل. مثلا : تخلیه‌ی هوای درون شیشه .

تخلیه‌ی الکتریکی ۱ ـ ازبین‌رفتن یاازبین بردن بارالکتریکی یك‌جسم باردار مثلا : تخلیه‌ی‌الکتریسیته‌نمایعنی‌ازبین رفتن بارالکتریکی الکتریسیته‌نما ۰ ۲ ـ عبور دادن جریان برق از لوله ایکه هوای داخل آنرا فوق‌العاده کم کرده باشند ۰ مثلا : تخلیه‌ی الکتریکی درلوله‌ی کروکس ۰

تشعشع . بکلمه‌ی‌تابش مراجعه شود.

تناوب . تعداد نوساناتیرا گویند که‌جریان‌متناوب دریك‌ثانیه میکند.(این کلمه غلط مصطلحی است زیرا تناوب یعنی متناوب بودن)نوسان یعنی‌رفت وآمد، مانند حرکت لنگرساعت های دیواری. یك‌رفت و آمد را رویهمرفته یك نوسان کامل گویند . مثال: تناوب بـرق تهران۵۰ است، یعنی جریان برق در هر ثانیه ۵۰ نوسان کامـل میکند .

توربین (Turbine) . دستگاهی است متشکل ازچرخهای پره‌دار.وقتی آب یا بخار آب یاگاز دیگری بافشار زیاد به پره هاي دستگاه بخورد، آنرا بسرعت میگرداند و هرچه فشاربیشتر باشد سرعت دوران توربین بیشتراست. توربین‌ها قویترین موتور هائی هستند که تاکنون‌ساخته شده‌وآنهارابرای حرکت انداختن دستگاه‌های مولد برق و کشتی‌ها و بعضی هوا پیماها بکارمیبرند. کارخانه‌ی برق تهران با توربین بخارکار میکند . آسیا های قدیمی‌خودمانهم

یك نوع بسیارساده واولیه‌ی توربین آبی است.

توریوم (Thorium) فلزی خاکستری رنك، کمیاب ورادیو آکتیواست. این‌فلزنیزمانند رادیوم واورانیوم یکی‌ازمنابع انرژی اتمی است. بعضی ترکیبات آنهم درپزشکی مصرف دارد.

جدول تناوبی . هرگاه عناصر موجود درطبیعت را برحسب وزن اتمی و بترتیب صعودی دنبال‌هم بنویسیم،صرفنظر ازاولین‌عنصر(ایدرژن) مابقی عناصر کیفیت عجیب ومخصوصی‌را نشان میدهند که‌بتوسط **مندله یف** Mendelejeff ، شیمی دان‌روسی، بسال ۱۸۶۹ کشف و **بقانون تناوبی** موسوم گردید و خلاصه‌ی آن بدین قراراست: هر عنصری دراین جدول، ازحیث خواص فیزیکی وشیمیائی ، به هشتمین عنصریکه‌پس از آن واقع شده شباهت تام دارد . مثلا **لیتیوم، سدیوم و پتاسیوم**، که هر کدام‌هفت عنصر باهم‌فاصله‌دارند کاملا شبیه یکدیگرند. حال اگرعناصرطبیعی را بهمان‌طریقی که ذکرشد،یعنی برحسب وزن اتمی وبترتیب صعودی‌طوری‌دنبال‌هم بنویسیم که ضمناً عناصرشبیه بهم زیرهم قرار گیرند جدولی‌بدست میآید که جدول‌تناوبی نامیده میشود البته مطالب مربوط بجدول تناوبی بهمین جاختم نمیشودوبهمین سادگی ها نیست وچندمورد استثنائی نیزدرآن وجوددارد،ولی‌فعلا مابهمین مختصرقناعت کرده وبجای جدول تناوبی، فهرستی ازعناصرطبیعی بترتیب شمارهٔاتمی درآخرکتاب بدست میدهیم.

جرم . فعلا باین تعریف ساده‌قناعت میکنیم : جرم یـك جسم عبارتست‌از مجموعه‌ی ذراتی که دورهم جمع‌شده‌وآن جسمرا ساخته‌اند.جرم

هرجسم مقدار ثابتی است وهر اندازه که از زمین بالایا در اعماق دره‌ها پائین برویم تغییری درجرم جسم پیدا نمیشود (بوزن مراجعه کنید تافرق آن باجرم معلوم شود). واحد جرم گرم است .

جرم بحرانی . برای آنکه U_{235} منفجر شود باید جرم معینی داشته باشد. این جرم معین را جرم بحرانی گویند.

جریان متصل . جریان برقیرا گویند که جهت حرکت آن درسیم ثابت ولایتغیر باشد. مانند جریان برق حاصل ازپیل‌های الکتریکی .

جریان متناوب (آلترناتیف) جریان برقی است که درسیم نوسان کند (به تناوب رجوع کنید). یعنی گاهی از یك جهت وزمانی از جهت مخالف آن درسیم جریان یابد. مانند برق تهران و جریان حاصل ازدینام دوچرخه.

جسم ساده یاعنصر. جسمی را گویند که بوسائل شیمیائی تجزیه پذیر نبوده وتبدیل باجسام سبك تر ازخود نشود . تعداد عناصر بالغ بر ۹۸ می‌باشد که جزعده‌ی معدود مابقی در طبیعت موجودند. هریك از این عناصر دارای یك ، چند ایزوتوپ است . عناصر ۹۸ گانه مشتمل بر فلزات و شبه فلزات میباشند . (بجدول عناصر در آخر کتاب مراجعه شود).

جسم مرکب. جسمی است که ازترکیب دویا چندجسم ساده بوجود آمده باشد مانند آب (ترکیب اکسیژن و ایدرژن) باستثنای ۹۸ جسم ساده مابقی اجسامی که در دنیا وجود دارند از اجسام مرکب می باشند .

جو (اتمسفر) . ۱ـ هوائیکه کره‌ی زمین‌را احاطه کرده است وما همه‌در

آن غوطه وریم ۲ـ هوا یا گاز دیگری که درظرفی جای میدهند.

خلاء . محلی که ازهوا یاهر نوع گاز و بخار دیگر خالی باشد . برای خالی کردن هوای یك ظرف و ایجاد خلاء تلمبه‌های مخصوصی بکار میرود بنام تلمبه‌ی تخلیه‌ی هوا.

دریچهٔ اطمینان . دریچه‌ی است روی دیگ های بخار، هروقت فشار بخار درون دیگ بحدخطرناکی رسید این دریچه‌را باز و بخار زیادی خارج وفشار دیگ کم میشود. بعضی کتری‌ها دارای دریچه‌ی اطمینانی هستند که سوت هم میزند.

ذرات اصلی اتمی . عبارتند ازالکترون، پروتون، نوترون، دوترون، (هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین) هلیون (هسته‌ی اتم هلیوم) وعده‌ی دیگری که ذکر آنها زائد بنظر میرسد.

رادیو آکتیو. اجسامیرا گویند که خودبخودو بطوردائم در «تابش» باشند، یعنی مقداری انرژی بصورت حرارت، اشعه‌ی گاما، الکترون، پروتون ازخودخارج سازند. مانند رادیوم، اورانیوم، توریوم وچندعنصر دیگر

رادیو آکتیویته. خاصیت رادیو آکتیو بودن. مثلا میگوئیم رادیوم دارای رادیو آکتیویته‌ی زیادی است.

رادیوم . (Radium) . فلزی براق وسفید و رادیو آکتیواست خاصیت رادیو آکتیویته‌ی این فلز وترکیبات آن فوق‌العاده زیاداست ودر پزشکی برای برق گذاشتن (سرطان وغیره) مصرف میشود.

درپیل اتمی، این فلز و بریلیوم را برای تولید نوترون بکارمیبرند. جریان امر بدین قراراست که این فلز بوسیله‌ی تابش خودبریلیوم را بمباران میکند واز بمباران بریلیوم نوترون بمقدارکافی برای

بمباران اورانیوم بدست میآید. رادیوم بسال ۱۹۱۰ بتوسط مادام کوری، شیمی‌دان فرانسوی، بصورت خالص بدست آمد.

رآکتور هسته‌ای . (Reactor) پیل اتمی (پیل اورانیوم)

سایکلوترون (Cyclotron) . دستگاهی که با آن ذرات اتمی بار دار بویژه پروتونها، دوترونها و هلیونها را بسرعت فوق‌العاده زیاد (چندین ده‌هزار کیلومتر در ثانیه) بحرکت درآورده و برای بمباران اتم‌ها بکار میبرند. این دستگاه بتوسط **ای. او. لارنس** (E. O. Lawrence) فیزیك دان عالیقدر و معاصر امریکائی اختراع شده . نه تنها برای کاوش های اتمی، بلکه برای ساختن ایزوتوپهای رادیو آکتیو نیز ازاین دستگاه مانند پیل اتمی استفاده میشود.

سپینتاریسکوپ (Spinthariscope) دستگاه ساده‌ایکه انفجارهای اتمی مواد رادیو آکتیو را مانند چشمك زدن ستارگان نشان میدهد.

شدت جریان یا آمپراژ. تعداد الکترونهائیکه در یك ثانیه از یك نقطه‌ی سیمی عبور میکنند. هرچه تعداد الکترونهای مزبور زیاد تر باشد جریان شدیدتر است و هرچه جریان شدید باشد، تولید حرارت و نور بیشتری میکند .

شکافت یا شکافتن. (اگر درجمله بصورت اسم بکار رود) Fission آن نوع انفجارهای اتمی را بیان میکند که براثر آنها هسته‌ی یك اتم شکافته شده بدو یا چند پاره میشود. مانند انفجار بمب اتمی (اتم‌های اورانیوم یا پلوتونیوم) .

شماره‌ی اتمی . شماره‌ی ترتیب هر عنصر در جدول تناوبی. مثلا شماره‌ی اتمی ایدرژن ۱، هلیوم ۲، لیتیوم ۳ میباشد. شماره‌ی اتمی هر عنصر

تعداد الکترونهای آن عنصر را (یا تعداد پروتونهائیکه در هسته دارد) نیز نشان میدهد.

شماره‌ی زمینه . شدت اشعه کیهانی وتابش های محلی درهر نقطه. وقتی برای کشف معادن اورانیوم یا آزمایش موادرادیو آکتیو میخواهیم با کنتور گایگر مولر کار کنیم ، بایدقبل ازشروع بکارشماره‌ی زمینه رادرمحل مورد آزمایش تعیین کنیم، یعنی بایدبدانیم که شدت اشعه‌ی کیهانی وتابش های محلی دراین نقطه‌ی بخصوص چقدر است و آنوقت بهنگام آزمایش، هر گاه دستگاه گایگر مقداری بیشتر ازشماره زمینه را نشان داد معلوم میشود که ماده‌ی مورد آزمایش تاچه‌حد خاصیت رادیو آکتیویته دارد.

عایق . اجسامیکه نمیتوانند برق را ازخود عبوردهند و در حقیقت مانع عبورجریانهای معمولی برق هستند، مانند گوگرد، لاستیك، شیشه ، کائوچو، پلاستیك.

عنصر. بکلمه‌ی جسم ساده مراجعه شود.

فرکانس . بکلمه‌ی تناوب مراجعه شود.

فعل وانفعالات شیمیائی. ترکیب شدن دویا چند جسم با یکدیگر بطوری که باتم مواد یکه وارد فعل وانفعال میشود آسیبی نرسد .

فعل وانفعال هسته‌ای . ۱ ـ تبدیل عنصری بعناصر سبك‌تر ازخـود در اثـر انفجارهای اتمی مانند فعل وانفعال اورانیوم . ۲ ـ ترکیب دویاچندعنصر سبك وتولیدیك عنصر سنگین تر مانند ترکیب ایدرژن معمولی باایدرژن سه‌وزن (تریتیوم) برای تولیدهلیوم .۳ـ وارد کردن یك یاچند نوترون بهسته‌ی یك اتم وایجاد ایزوتوپهای مصنوعی مانند

تهیه کربن ۱۳و۱۴ از کربن ۱۲ . چنانکه ملاحظه میشود درفعل و انفعالات هسته‌ای خود اتم موردحمله قرارمیگیرد و سازمان اتمی بهم میخورد.

فعل و انفعال زنجیری . یك نوع فعل و انفعال اتمی که انفجار یك اتم باتمهای مجاور سرایت کرده و بهمین طریق عمل پیش برود ودرمدت فوق‌العاده کوتاهی تمام ماده‌ی مورد آزمایش یکباره منفجرشود . مانند فعل و انفعال زنجیری U۲۳۵ .

فوت. پا

قطب ۱ ـ قطب های جغرافیائی زمین که یکی در شمال و دیگری در جنوب است ۲ ـ قطب مغناطیسی : هریك ازدوانتهای یك مغناطیس را قطب گویند . یکی از دوقطب که همیشه بطرف شمال زمین میایستد قطب شمال وقطب دیگررا قطب جنوب مینامند ۳ ـ قطب پیل : دومحلیکه مخصوص اتصال سیم به پیل الکتریکی میباشد . هرپیل دارای یك قطب مثبت ویك قطب منفی است .

قرقره‌ی القاء یا قرقره‌ی رومکورف (Ruhmkorff) دستگاهی که برای تبدیل ولتاژ کم جریان متصل بولتاژهای فوق‌العاده زیادبکارمیرود. یك قرقره‌ی القاء خوب میتواند ۱۲ ولت جریان متصل را گرفته و جریان برقی باولتاژ ۴۰۰۰۰ ولت بما بدهد. بهمین مناسبت قرقره‌ی القاء را برای بکاراندا ختن لوله‌های کروکس و گایسلر که بولتاژهای خیلی زیاد احتیاج دارند بکارمیبرند .

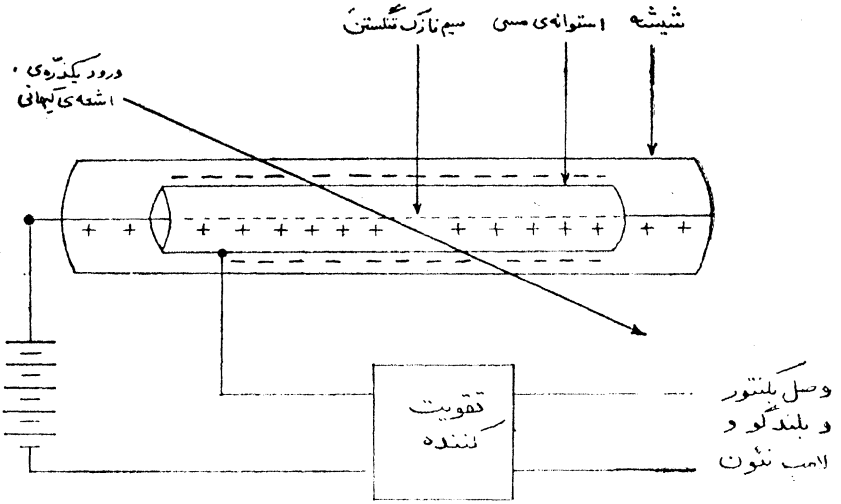
کادمیوم (Cadmium) فلز سفید رنگی که درپیل اتمی برای آهسته کردن وحتی برای جلوگیری ازحرکت نوترونها بکارمیرود و باین

وسیله میتوان برمیزان فعل‌وانفعالات پیل اتمی نظارت کرد.

کربن (Carbon) شبه فلزی که بصورت خالص و ترکیب در طبیعت فراوان است. کربن تا میزان ۸۵ درصد در ذغال سنگ‌های خیلی خوب یافت میشود. گرافیت کربن خالص است. الماس هم کربن خالص ومتبلور است.

کریپتون (Krypton) یکی ازعناصر گازی شکل است که درهوا بمیزان فوق‌العاده کم یافت میشود وفاقدخاصیت ومیل ترکیبی شیمیائی است. بهنگام انفجار یك اتم اورانیوم ۲۳۵ یك اتم کریپتون ویك اتم باریوم بدست میآید.

کنتور گایگر مولر (Geiger – Muller). دستگاهی است که وجود و شدت تابش‌های رادیو آکتیو و اشعه‌ی کیهانی را نشان میدهد. کنتور گایگر نه تنها در کاوشهای فیزیکی بلکه برای جستجوی معادن فلزات رادیو آکتیو مانند اورانیوم ورادیوم نیز بکار میرود. ساختمان دستگاه کامل گایگر مولر بسیار ساده است وازسه قسمت تشکیل شده: ۱ – «لوله‌ی حساس» که درواقع اصل و اساس دستگاه است. ۲ – دستگاه تقویت کننده ۳ – دستگاه شمارنده (کنتور). لوله‌ی حساس عبارتست ازیك لوله‌ی شیشه‌ای که داخل آن دو الکترود نصب شده. یك الکترود عبارتست ازیك لوله‌ی فلزی استوانه‌ای شکل. الکترود دیگر سیم نازك **تنگستن** (ازاین سیم های ظریف درون لامپ‌های معمولی برق) است که ازوسط استوانه‌ی فلزی، درامتداد محور استوانه، عبور میکند. هوای درون لوله‌ی حساس را بقدری خالی میکنند که فشار آن به ده تا ۵ سانتی متر



جیوه برسد (فشارهوای معمولی درحدود ۷۰ سانتی‌متر جیوه‌است و کمی در نقاط مختلف فرق میکند. در کنار دریا ۷۶ سانتی‌متر است و در تهران ۶۶ سانتی متر). سیم تنگستن به قطب مثبت واستوانه‌ی فلزی بقطب‌منفی یك مولدبرق‌متصل میشود. وقتی‌یك ذره‌ی سریع‌الحرکت ازتابش‌های رادیو آکتیو یاازاشعه‌ی کیهانی، بلوله‌ی حساس بربخورد ازروپوش شیشه‌ای آن عبورکرده وارد فضای لوله میشود ودراثر برخورد بااتمهای هوای درون‌لوله‌یك‌یا چند الکترون از آنها جدا میکنند واین الکترونهای آزاد شده باسرعت زیادی بطرف سیم‌تنگستن که دارای بارالکتریکی مثبت است بحرکت میافتند. میدانیم که جریان الکتریسته چیزی جز حرکت الکترونها نیست، بنابراین معلوم میشود که برای مدت فوق‌العاده کوتاهی جریان ضعیفی درون لولهٔ حساس برقرارمیشود. این جریان ضعیف به قسمت تقویت کننده که دومین قسمت یك

دستگاه کامل گایگر مولر است، میرود ودر آنجاصدها برابر تقویت شده مقدارقابل ملاحظه‌ای میگردد و آنگاه بقسمت شمارنده یعنی کنتورمیرود. این قسمت یك دستگاه دقیق اندازه گیری است و ورود هرذره‌ی اشعه کیهانی یا تابش رادیو آکتیو راباعددی نشان میدهد(مانند کنتور برقیکه‌درخانه‌هااست). ضمناً علاوه بر کنتور، گوشی یابلند گوئی هم دراین قسمت موجود است که در اثر عبور جریان، یك بانگ مخصوص شبیه به«تیك» میکند واگردر ثانیه‌ده ذره‌ی اشعه کیهانی واردد‌ستگاه شود ده‌بار«تیك» میکند. ممکن است بجای گـوشی یا علاوه بر گوشی یك لامپ نئون نیز دراین قسمت از دستگاه‌بکاربرد، بطوریکه در اثرعبورجریان روشن و وقتی جریان‌قطع‌شدخاموش‌شود. آنوقت‌اگرده‌ذره‌ی‌اشعه‌ی کیهانی دریك ثانیه‌وارد دستگاه گایگر مولر بشود کنتور این دستگاه عدد ده راشان میدهد ودرضمن بلندگو ده‌بار «تیك» میکندولامپ نئون هم ده‌بار خاموش وروشن میشود.

کندساز یاملایم کننده. جسمی است که‌ازسرعت‌حرکت نوترونهامیکاهد. کندسازهای‌معمولی که درپیل و بمب‌اتمی بکار میروند آب‌سنگین گرافیت و کادمیوم هستند.

گالن (Gallon). واحـد حجم امریکائی و انگلیسی وتقریباً معادل ۳/۸ لیتر است.

افیت. یکنوع کربن‌خالص‌است که‌مغزمدادهای‌معمولی‌را از آن‌میسازند گرافیت یك کندساز نوترونی است واگر ضخامت آن زیاد باشد (حدود ۱/۵ الی دومتر) جلوی حرکت نوترونهارا بکلی میگیرد

و بهمین جهت دردستگاههای اتمی هم بعنوان کندساز و هم بعنوان دیواره‌ی محافظ بکار میرود .

لوله‌ی کروکس (Crookes) . لوله‌های شیشه‌ای است که هوای درون آن بمیزان فوق‌العاده زیادی تخلیه و در آن دو یا چند الکترود باشکال مختلف نصب‌شده . این لوله‌ها اولین بار توسط سرویلیام کروکس (Sir William Crookes) فیزیکدان انگلیسی برای مطالعه در باره‌ی چگونگی تخلیه‌ی الکتریکی در گازهای کم‌فشار و در خلاء بکار برده شد .

لوله‌ی گایسلر (Geissler) نوع ساده‌تری است از لوله‌ی کروکس که بتوسط گایسلر ، دانشمند آلمانی ساخته شد .

لیتیوم (Lithium) فلزی سفید و نقره‌ای فام است.

ملایم کننده . بکلمه‌ی **کندساز** مراجعه شود .

میدان الکترو مغناطیسی . وقتی از یك سیم جریان برق میگذرد فضای اطراف سیم خاصیت مخصوصی پیدا میکند و گویند در اطراف سیم یك میدان الکترومغناطیسی ایجاد شده.

میدان الکتریکی. فضای اطراف یك جسم باردار .

میدان مغناطیسی. فضای اطراف یك مغناطیس .

میل (Mile) معادل ۱۶۰۰ متر تقریباً .

نصف عمر. مدتی است که طول میکشد تا نصف یك مقدار غیر مشخص یك ماده‌ی رادیو آکتیو (ناپایدار) تبدیل بماده‌ی غیر رادیو آکتیو (پایدار) شود . مثلا نصف عمر رادیوم ۱۶۰۰ سال است یعنی هر اندازه رادیوم که داشته باشیم پس از ۱۶۰۰ سال نصف آن بسرب

که ماده‌ی غیر رادیو آکتیوی است تبدیل میشود .

نوترون(Neutron) یکی از اجزاء مشکله‌ی هسته‌ی اتمهااست ودرتمام هسته‌ی اتمها، باستثنای ایدرژن‌سبك متعارفی‌وجوددارد . نوترون فاقد هرگـونه بارالکتریکی است و دربمبارانهای هسته‌ای بکار میرود واز مؤثرترین گلوله‌های اتمی است .

نئون . عنصر گازی شکلی است که مانند کریپتون‌بمیزان فوق‌العاده کم‌در هوای جو وجوددارد. این‌جسم فاقد خاصیت شیمیائی است و آنرا درلوله‌هائی نظیرلوله‌ی گایسلر بجای هوا قرارمیدهند و در این صورت این لوله‌ها را لامپ نئون مینامند. در لامپ نئون در اثر تخلیه‌ی الکتریکی نورقرمز مایل بنارنجی تولید میشود. این‌لوله هارابرای تابلونویسی نیزبکارمیبرند. (تابلوی‌نورانی بعضی‌ازمغازه های تهران درشب)

وزن‌یاسنگینی . میدانیم که زمین بتمام اجسام نیروی جاذبه وارد آورده آنهارا بجانب‌خودمیکشد وعلت‌افتادن‌اجسام بزمین‌نیزهمین‌است. مقدارنیروی جاذبه‌ایکه‌زمین بهرجسمی اثرمیدهد وزن آن جسم میباشد. وقتی‌مامیگوئیم وزن‌فلان‌جسم ۵ کیلوگرم‌است‌یعنی‌زمین‌با نیروئی مساوی ۵ کیلوگرم آنرا بطرف خود میکشد . هرچه جرم یك جسم بیشتر باشد وزن آنهم بیشتراست. هرچه اززمین بالاتـر برویم مقدارنیروی جاذبه‌ی زمین یعنی وزن جسم کمتر میشود و برعکس هرچه دراعماق زمین‌بیشترفرورویم (مثلا درعمق‌دره‌های عمیق یادرقعراقیانوس‌ها، درقطب های‌زمین، که فرورفته‌تر ازسایر نقاط زمین‌اند، وزن‌اجسام زیادترمیشود. پس‌وزن‌جسم، یك‌مقدار

ثابت ومعینی نیست وبستگی بمحل دارد.

وزن اتمی. وزن یك اتم عناصر مختلف، بایکدیگر مساوی نیست. ایدرژن سبك ترین اتمها و کوریوم (عنصر مصنوعی است که ازاورانیوم تهیه میشود) سنگین ترین اتمها است (بعداز کوریوم دوعنصر دیگرهم ساخته‌شده که‌وزن اتمی آنهابطوردقیق معلوم نیست ولی‌از کوریوم سنگین ترند.) اگروزن اتم اکسیژن را ۱۶ فرض کنیم وزن‌سایر عناصررا نسبت بآن بسنجیم دراینصورت‌وزن اتم ایدرژن تقریباً ۱ (۱/۰۰۸) ووزن کوریوم ۲۴۲ میشود وسایر عناصرهم بهمین‌ترتیب دارای یك‌وزن‌اتمی میشوندکه بین ۱و۲۴۲ واقع است (بجدول وزن‌اتمی در آخر کتاب مراجعه شود).

ولتاژ . بکلمه‌ی اختلاف سطح الکتریکی مراجعه شود.

هادی . جسمی که جریان برق ضعیف یاقوی را بآسانی ازخود عبوردهد. فلزات تماماً هادی‌اند و نقره و مس و آلومینیوم از دیگر فلـزات هادی ترند.

هلیوم . عنصر گازی شکل‌بسیار کمیابی است که بمقدارناچیزدرهواوجود دارد (مانند نئون و کریپتون) وفاقدخواص‌شیمیائی است.این‌عنصر بعدازایدرژن‌سبك ترین عناصر میباشد.

هلیون. هسته‌ی‌اتم هلیوم که شامل دوپروتون ودونوترون است. دانه‌های هلیون اشعه آلفارا تشکیل میدهند.

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی

(شماره‌ی اتمی عبارتست از تعداد پروتونهای موجود در هسته‌ی هر اتم)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر		علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
۱	ایدرژن	Hydrogen	H	۱			
۲	هلیوم	Helium	He	٤			+
۳	لیتیوم	Lithium	Li	۷	+		
٤	بریلیوم یا گلوسینیوم	Beryllium Glucinum	Be	۹	+		
٥	بر	Boron	B	۱۰/۸	+		
٦	کربن	Carbon	C	۱۲		+	
۷	ازت یا نیتروژن	Nitrogen	N	۱٤		+	
۸	اکسیژن	Oxygen	O	۱٦		+	
۹	فلوئور	Fluorine	F	۱۹		+	
۱۰	نئون	Neon	N	۲۰/۲			+
۱۱	سدیوم	Sodium	Na	۲۳	+		
۱۲	منیزیوم	Magnesium	Mg	۲٤/۳	+		
۱۳	آلومینیوم	Aluminium	Al	۲۷	+		
۱٤	سیلیسیوم	Silicon	Si	۲۸		+	
۱٥	فسفر	Phosphorus	P	۳۱		+	
۱٦	گوگرد	Sulfur	S	۳۲		+	
۱۷	کلور	Chlorine	Cl	۳٥/٥		+	
۱۸	آرگون	Argon	A	٤۰			+
۱۹	پتاسیوم	Potassium	K	۳۹	+		
۲۰	کلسیوم	Calcium	Ca	٤۰	+		
۲۱	سکاندیوم	Scandium	Sc	٤٥	+		
۲۲	تیتان	Titanium	Ti	٤۸	+		
۲۳	وانادیوم	Vanadium	V	٥۱	+		
۲٤	کروم	Chromium	Cr	٥۲	+		
۲٥	منگانز	Manganese	Mn	٥٥	+		
۲٦	آهن	Fer	Fe	٥٦	+		
۲۷	کوبالت	Cobalt	Co	٥۹	+		
۲۸	نیکل	Nickel	Ni	٥۸/۷	+		
۲۹	مس	Copper	Cu	٦۳/٥	+		
۳۰	روی	Zinc	Zn	٦٥/٥	+		

آزمایشهای اتمی برای همه

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی‌اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
۳۱	گالیوم Gallium	Ga	۶۹/۷	+		
۳۲	ژرمنیوم Germanium	Ge	۷۲/۵	+		
۳۳	ارسنیك Arsenic	As	۷۵		+	
۳۴	سلینوم Selenium	Se	۷۹		+	
۳۵	برم Bromine	Br	۸۰		+	
۳۶	کریپتون Krypton	Kr	۸۳/۷			+
۳۷	روبیدیوم Rubidium	Rb	۸۵/۵	+		
۳۸	سترونسیوم Strontium	Sr	۸۷/۵	+		
۳۹	ایتریوم Ytterium	Y	۹۰	+		
۴۰	زیرکونیوم Zirconium	Zr	۹۱	+		
۴۱	نیوبیوم Niobium	Nb	۹۳	+		
۴۲	مولیبدن Molybdenum	Mo	۹۶	+		
۴۳	تکنیسیوم Technetium	Tc	۹۹	+		
۴۴	روتنیوم Ruthenium	Ru	۱۰۱/۷	+		
۴۵	رودیوم Rhodium	Rh	۱۰۳	+		
۴۶	پالادیوم Palladium	Pd	۱۰۶/۷	+		
۴۷	نقره Argent (Silver)	Ag	۱۰۸	+		
۴۸	کادمیوم Cadmium	Cd	۱۱۲/۵	+		
۴۹	اندیوم Indium	In	۱۱۴/۸	+		
۵۰	قلع Tin	Sn	۱۱۸/۷	+		
۵۱	آنتی‌موآن Antimony	Sb	۱۲۱/۸	+		
۵۲	تلور Tellurium	Te	۱۲۷/۵		+	
۵۳	ایود (ید) Iodine	I	۱۱۷		+	
۵۴	گزنون Xenon	Xe	۱۳۱/۳			+
۵۵	سزیوم Cesium	Cs	۱۳۳	+		
۵۶	باریوم Barium	Ba	۱۳۷/۴	+		
۵۷	لانتان Lanthanum	La	۱۳۸/۹	+		
۵۸	سریوم Cerium	Ce	۱۴۰/۱	+		
۵۹	پرازئودیم Praseodymium	Pr	۱۵۰	+		
۶۰	نئودیم Neodymium	Na	۱۴۴/۳	+		

آزمایشهای اتمی برای همه

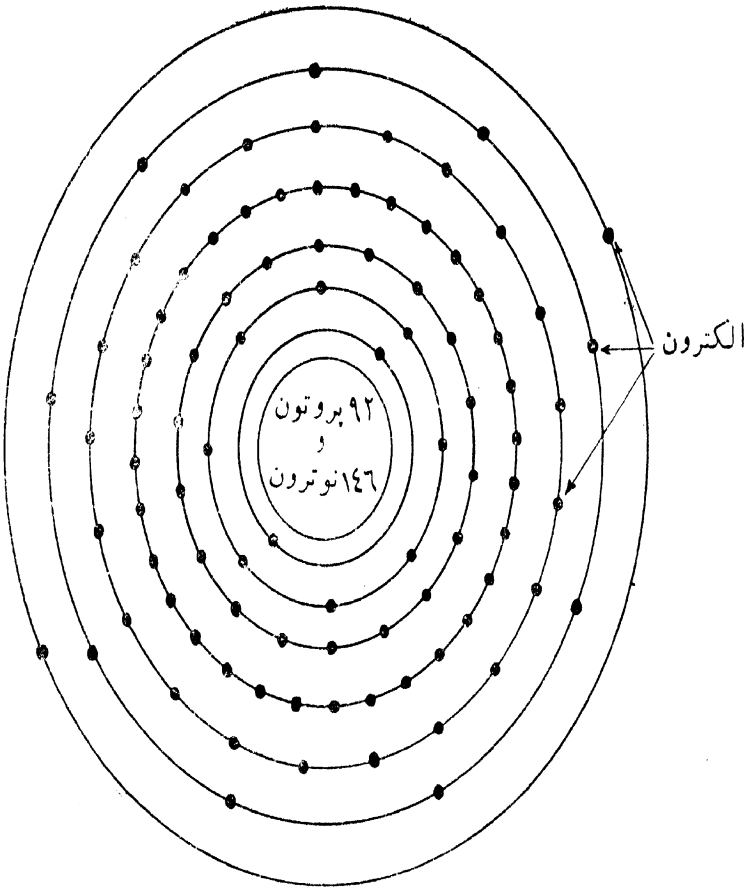
جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گازهای نادر (بدون خاصیت شیمیائی)
٦١	پرومتیوم Promethium	Pm	١٤٧	+		
٦٢	ساماریوم Samarium	Sm	١٥٠/٥	+		
٦٣	اوروپیوم Europium	Eu	١٥٢	+		
٦٤	گادولین Gadolinium	Gd	١٥٧	+		
٦٥	تربیوم Terbium	Tb	١٥٩/١	+		
٦٦	دیسپروزیوم Dysprosium	Dy	١٦٢/٥	+		
٦٧	هولمیوم Holmium	Ho	١٦٥	+		
٦٨	اربیوم Erbium	Er	١٦٧/٢	+		
٦٩	تولیوم Thulium	Tm	١٦٩/٥	+		
٧٠	ایتربیوم Ytterbium	Yb	١٧٣	+		
٧١	لوتسیوم Lutetium	Lu	١٧٥	+		
٧٢	هفمیوم Hafmium	Hf	١٧٨/٥	+		
٧٣	تانتال Tantal	Ta	١٨١	+		
٧٤	ولفرام (تنگستن) Wolfram (Tungsten)	W	١٨٤	+		
٧٥	رنیوم Rhenium	Re	١٨٦/٣	+		
٧٦	اسمیوم Osmium	Os	١٩٥/٢	+		
٧٧	ایریدیوم Iridium	Ir	١٩٣	+		
٧٨	پلاتین (طلای سفید) Platinum	Pt	١٩٥/٢	+		
٧٩	طلا Gold (Aurum)	Au	١٩٧/٢	+		
٨٠	جیوه Mercury	Hg	٢٠٠/٥	+		
٨١	تالیوم Thallium	Tl	٢٠٤/٥	+		
٨٢	سرب Lead (Plomb)	Pb	٢٠٧/٢	+		
٨٣	بیسموت Bismuth	Bi	٢٠٩	+		
٨٤	پولونیوم Polonium	Po	٢١٠	+		
٨٥	آستاتین Astatine	At	٢١١		+	
٨٦	رادون Radon	Rm	٢٢٢			+
٨٧	فرانسیوم Francium	Fr	٢٢٣	+		
٨٨	رادیوم Radium	Ra	٢٢٦	+		
٨٩	اکتی نیوم Actinium	Ac	٢٢٧	+		
٩٠	توریوم Thorium	Th	٢٣٢	+		

آزمایشهای اتمی برای همه

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عناصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
۹۱	پروتاکتینیوم Protactinum	Pa	۲۳۱	+		
۹۲	اورانیوم Uranium	U	۲۳۸	+		
۹۳	نپتونیوم Neptunium	Np	۲۳۷	+		
۹۴	پلوتونیوم Plutonium	Pu	۲۳۹	+		
۹۵	امریسیوم Americium	Am	۲۴۱	+		
۹۶	کوریوم Curium	Cm	۲۴۲	+		
۹۷	برکلیوم Berkelium	Bk	?	+		
۹۸	کالیفرنیوم Californium	Cf	?	+		



تصویر فرضی اتم اورانیوم ۲۳۸

عده الکترونها	۹۲
عده پروتونها	۹۲
عده نوترونها	۱۴۶
جرم اتمی	۲۳۸

فهرست اشکال

(شکل۱) تولید الکتریسیته بوسیله‌ی مالش
(شکل۲) قسمت‌های مختلف یك الکتریسیته نمای‌ساده‌ی‌دست‌ساز
(شکل۳) تخلیه‌ی الکتریکی‌الکتریسیته‌نمادر اثرموادرادیو آکتیو
(شکل٤) نمایش‌وجود نیروی جاذبه ودافعه‌ی الکتریکی
(شکل٥) نمایش وجودنیروی جاذبه ودافعه‌بین بارهای‌الکتریکی ساکن .
(شکل٦) اجزاء یك الکتریسیته نمای تکمیل شده.
(شکل۷)عکس‌الکتریسیته نمائیکه‌جزئیات آن درشکل٦نشان‌داده شده است.
(شکل۸) نمایش وجودمیدان مغناطیسی‌بدوریك‌سیم حامل‌جریان برق .
(شکل۹) نمایش نیروی جاذبه ودافعه‌مغناطیسی بوسیله‌ی دو آهن ربای تیغه‌ای
(شکل۱۰) نمایش اینکه سیم‌حامل جریان مانندیك مغناطیس‌عمل میکند .
(شکل۱۱) نمایش وجودرابطه‌ای بین آهنربائی والکتریسیته .
(شکل۱۲)قرقره‌سیم‌پیچ‌حامل‌جریان‌برق‌مانندیك آهنرباعمل‌میکند

(شکل ۱۳) نمایش عبور الکتریسیته از یك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا .

(شکل ۱٤) آزمایش بایك لوله‌ی گایسلر جدید.

(شکل ۱۵) الکترونهائیکه ازیك لوله‌ی شیشه‌ای خالی ازهوا عبور میکنند بوسیله‌ی یك آهنربا ازمسیرشان منحرف میشوند.

(شکل ۱٦) سایه‌انداختن ذرات باردار دریك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا .

(شکل ۱۷) منحرف ساختن ذرات باردار بوسیله‌ی یك صفحه‌ی فلزی باردار دریك لوله‌ی شیشه‌ای خالی ازهوا .

(شکل ۱۸) نمایش عبور الکترونهای سریع السیر (باولتاژ زیاد) از ورقه‌ی نازك آلومینیوم.

(شکل ۱۹) تصویر فرضی الکترون، پروترن ونوترون

(شکل ۲۰) چگونگی گردش الکترونها بدور هسته‌ی یك اتم

(شکل ۲۱) چگونگی جمع شدن نوترونها و پروتونها در هسته‌ی اتم ها .

(شکل ۲۲) نمایش اساس فعل وانفعال زنجیری.

(شکل ۲۳) تصویر فرضی یك اتم اورانیوم ۲۳۸

(شکل ۲٤) ساختمان اتم ایدرژن ودوایزوتوپ H_2 و H_3 آن و کربن ۱۲، ۱۳ و ۱٤

(شکل ۲۵) نقشه‌ی یك سپینتاریسکوپ ساده‌ی دست ساز.

(شکل ۲٦) عکس سپینتاریسکوپی که درشکل ۲۵ جزئیات آن ملاحظه میشود.

(شکل۲۷) حزئیات ساختمانی اطاق ابری ویلسون

(شکل۲۸) اطاق ابری ویلسون دریك شیشه

(شکل۲۹) آماده کردن اطاق ابری ویلسون برای آزمایش

(شکل۳۰) چگونگی ظهور اشعه‌وذرات اصلی اتم دراطاق ابری

(شکل۳۱) اساس ساده‌ی کنتور گایگر.

(شکل۳۲) یك کنتور گایگر ساده وقسمت های مشکله‌ی آن.

(شکل۳۳)عکسی که بوسیله‌ی مؤلف برداشته شده و نشان‌میدهد که‌اشعه وذرات‌تولید شده، بوسیله‌ی صفحه‌ی ساعتهای شب‌نما، ازفلزات سنگین نمیتوانندعبور کنند.

(شکل۳٤) محل D ها در میان مغناطیس‌های قوی سایکلوترون

(شکل۳۵) سایکلوترون کوچك دانشگاه روچستر

(شکل۳٦) چگونگی سرایت انفجاریك اتم باتمهای مجاور

(شکل۳۷) یك پیل اتمی ساده

(شکل۳۸) یك رآکتورهسته‌ای (پیل اورانیوم) بزرگ

(شکل۳۹) تبدیل انرژی اتمی بانرژی قابل‌استفاده.

فهرست مندرجات

برای اطلاع خوانندگان	۳
مقدمه بقلم جناب آقای دکتر محمود حسابی	۵
مقدمه و توضیح مترجم	۷
فصل اول یك دنیای مثبت ومنفی	۹
فصل دوم آهنربائی یا برادرالکتریسیته	۲۸
فصل سوم کشف الکترون	۳۹
فصل چهارم ساختمان اتمها	۵۶
فصل پنجم انرژی یا شبح ماده	۶۸
فصل ششم پسرعموهای اتمی: ایزوتوپها	۷۸
فصل هفتم تماشای گلوله‌ها وانفجارهای اتمی	۸۶
فصل هشتم معجزه دریك شیشه‌ی ترشی	۹۴
فصل نهم یك کنتور گایگر-مولر بسازیم	۱۰۴
فصل دهم چند آزمایش ساده با تابشها	۱۱۵
فصل یازدهم چرخ وفلك اتمی	۱۲۳
فصل دوازدهم طرز کار بمب اتمی	۱۳۵
فصل سیزدهم پیل اتمی	۱۴۳
فصل چهاردهم توان یا قدرت اتمی	۱۴۸

فصل پانزدهم بمب ئیدرژنی ۱۵۵
فصل شانزدهم درجستجوی اورانیوم ۱۵۹
معنی لغات علمی مندرج دراین کتاب ۱۶۳
جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی ۱۸۳
تصویر فرضی اتم اورانیوم ۱۸۷
فهرست اشکال ۱۸۸
فهرست مندرجات ۱۹۱

غلط‌نامه

صفحه	سطر	غلط	صحیح
۳٤	۱۰	شکل ۱۰	شکل ۱۱
٤۳۰	٤ (زیرشکل)	اول	آخر
٤٦	۷	بقسی	بقسمی
۷۱	٥ (پاورقی)	انرچی	انرژی
۹۱	۱٦	کوده	کوره
۹۳	٥	مور	مورد
۹٥	۱۲	ویلسون	ویلسون(۱۱۲)
۹٦	۸	بروك هیون	بروك‌هیون(۱۱۳)
۹۷	۱٤	(بشکل۲۷)	(شکل ۲۷)
۹۷	۱ (پاورقی)	Ond	And
۱۰۰	٤ (پاورقی)	مابع	مایع
۱۰۱	۷	فروانند	فراوانند
۱۰٥	۱ (پاروقی)	Gelger - Muller	Geiger. Muller
۱۰٦	۱	(۱) زائداست	
۱۰۷	۳	ضعیف	ضعف
۱۰۷	۳ (زیرشکل)	ایندن الکتروو	ایندو الکترود
۱۰۷	٥ (زیرشکل)	گونتی	کونتور
۱۰۸	۸	الکترود	دوالکترود
۱۰۹	۲	آنر	آنرا
۱۱۹	۱٥	تعین	تعیین
۱۲۰	۳	الکترسیته	الکتریسیته
۱۲۰	۱ (پاورقی)	منطور	منظور
۱۲۸	سطرآخر	تغیری	تغییری
۱۳۱	۱٤	(شکل۱۳٤)	(شکل ۳٤)
۱٤۳	۳ (پاورقی)	۲۳٥	اورانیوم ۲۳٥
۱٥٦	٥	انررژی	انرژی
۱٥٦	۷	دینا	دنیا
۱٥۷	۱۷	تریتوم	تریتیوم
۱٦٤	۲۰	هادی ای	هادی
۱٦۸	۱۰	کلوسینیوم Qlucinium	گلوسینیوم Glucinium

غلطنامه

صفحه	سطر	غلط	صحیح
۳٤	۱۰	شکل ۱۰	شکل ۱۱
٤۳۰	٤ (زیرشکل)	اول	آخر
٤٦	۷	بقسی	بقسمی
۷۱	٥ (پاورقی)	انرچی	انرژی
۹۱	۱٦	کوده	کوره
۹۳	٥	مور	مورد
۹٥	۱۲	ویلسون	ویلسون(۱۱۲)
۹٦	۸	بروك هیون	بروك‌هیون(۱۱۳)
۹۷	۱٤	(بشکل۲۷)	(شکل ۲۷)
۹۷	۱ (پاورقی)	Ond	And
۱۰۰	٤ (پاورقی)	مابع	مایع
۱۰۱	۷	فروانند	فراوانند
۱۰٥	۱ (پاروقی)	Gelger - Muller	Geiger. Muller
۱۰٦	۱	(۱) زائداست	
۱۰۷	۳	ضعیف	ضعف
۱۰۷	۳ (زیرشکل)	ایندن الکتروو	ایندو الکترود
۱۰۷	٥ (زیرشکل)	گونتی	کونتور
۱۰۸	۸	الکترود	دوالکترود
۱۰۹	۲	آنر	آنرا
۱۱۹	۱٥	تعین	تعیین
۱۲۰	۳	الکترسیته	الکتریسیته
۱۲۰	۱ (پاورقی)	منطور	منظور
۱۲۸	سطرآخر	تغیری	تغییری
۱۳۱	۱٤	(شکل۱۳٤)	(شکل ۳٤)
۱٤۳	۳ (پاورقی)	۲۳٥	اورانیوم ۲۳٥
۱٥٦	٥	انررژی	انرژی
۱٥٦	۷	دینا	دنیا
۱٥۷	۱۷	تریتوم	تریتیوم
۱٦٤	۲۰	هادی ای	هادی
۱٦۸	۱۰	کلوسینیوم Qlucinium	گلوسینیوم Glucinium

چهار کتاب سودمند از چهار مؤلف دانشمند ایرانی

ماه نخشب

شاهکار آثار پر ارزش استاد سعید نفیسی

ماه نخشب مجموعه سرگذشتهای پهلوانان ودلیران ومردان غیور ومیهن پرستی است که درطی قرنها درایران و بعشق ایران و بخاطر نگهبانی مجد وعظمت ایران مردانه قیام کردند وهمگام گروه‌ها گروه ازمردم‌رشید وایران‌پرست با بیگانگان و بیگانه‌دوستان مبارزه کردند وعالی‌ترین نشان افتخارات ابدی‌را برای خود وملت ما برپیشانی تاریخ ایران نصب نمودند.

ماه نخشب را همه جوانان روشنفکر ومیهن پرست باید بخوانند و اززیبائی سبك نگارش آن لذت ببرند و برجلوه‌های درخشان مردانگی- وآزادگی نیاکان خود آگاهی صحیح پیدا کنند درراه وطن‌پرستی وحق جوئی‌از این گنجینه گرانبها توشه مبارزه وشهامت برگیرند.

زندگی و فلسفه

۲ حاج ملاهادی سبزواری

بقلم آقای مدرسی چهار دهی

مقام‌علمی وروحانی اسرار-چگونگی زندگانی- داستانهای اسرار-شعر وشاعری اسرار- نظری بفلسفه اسرار سبزواری- تألیفات اسرار- تفسیر قرآن ازنظرحکیم سبزواری- حواشی شرح منظومه - تولدووفات اسرار-

۳ فردوس المرشدیه فی اسرار الصمدیه

تألیف محمود بن عثمان

با مقابله وتصحیح وشرح لغات وتوضیح بقلم آقای ایرج افشار

درسرگذشت شیخ ابواسحق کازرونی از مشایخ بزرك صوفیه قرن پنجم وازآثارنثری بسیارجالب قرن هشتم این کتاب باعتبارنثرفارسی و عقاید صوفیه وجغرافیای تاریخی شهرهای فارس بخصوص کازرون ولهجه کازرونی وفوائد لغوی سودهای بسیاردربردارد.

٤ فرهنك فارسی

تألیف آقای دکتر محمد مکری

مشتمل بر کلیه‌لغات فارسی وعربی ولغات خارجی مستعمل در زبان ونوشته‌های فارسی و لغات معمول در زبان عامه واعلام مهم تاریخی و جغرافیائی. این کتاب ازحیث دارا بودن کلیه لغات مورد احتیاج فارسی زبانان ویگانه فرهنك کامل ودقیق وصحیحی است.

که‌همه اهل‌مطالعه‌را ازمراجعه بفرهنگهای مختلف بی نیاز میسازد.

کتابفروشی طهوری - طهران خیابان شاه آباد