



برگی از درخت المپیاد شیمی

سافتار آتم

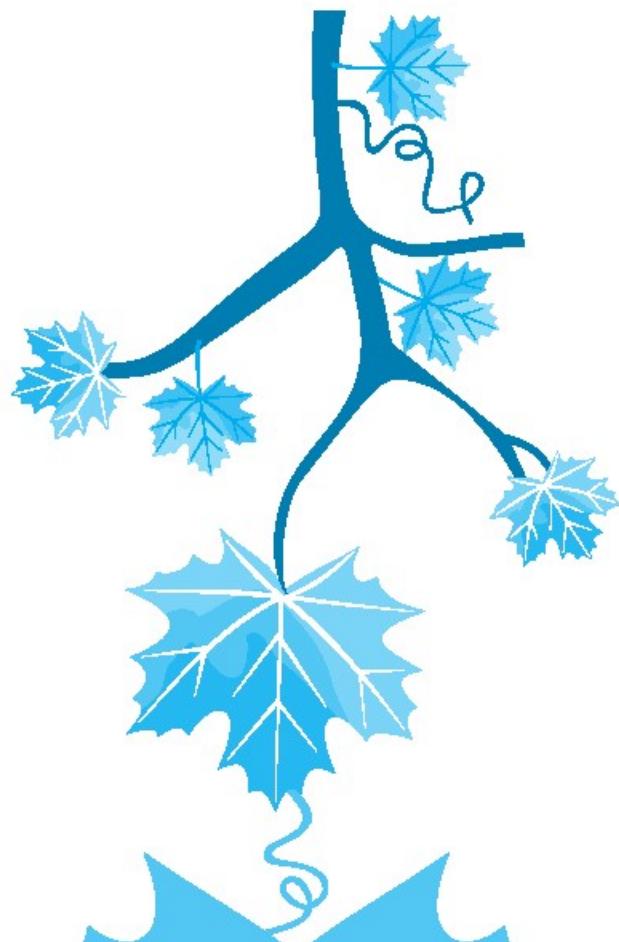
مؤلف

محمد عین‌علی



نتیجهت علم و تکنولوژی

www.ShimiPedia.ir



درخت المپیاد درختی است که توسط
انتشارات خوشنخوان گاشته شده و هر یک
از کتاب‌های این پروژه برگی از آن است.
وظیفه مالکهداری و آییناری این درخت است. اعیانواریم
با عنایت حضرت حق این درخت، گتومند شده
و به بار واقعی بنشینند. فراموش نکنید که بار و میوه‌ی
این درخت شما
عزیزان می‌باشید.

التمامن دعا

پروژه درخت المپیاد

اعتقاد بر این است که شروع فعالیت‌های المپیاد به صورت حرفه‌ای، باید از ابتدای دوره‌ی دیبرستان شروع شود. آنچه المپیادهای علمی در زمستان سال سوم دیبرستان تعیین تکلیف می‌شوند، بنابراین از شروع دیبرستان تا اواسط سال سوم حدوداً ۸ ترم تحصیلی می‌شود (با احتساب فصل و ترم قابستان) که لازم است برنامه‌ریزی دقیقی برای این چند ترم انجام شود.

انتشارات خوشخوان این برنامه‌ریزی را در قالب پروژه‌ی درخت المپیاد الجام داده است که هر شاخه از درخت، مبحثی از آن المپیاد و هر برگ از آن شاخه شماره‌ای از آن مبحث می‌پاشد.

به عنوان مثال اپتیک (۱) کتابی است که در یک ترم تحصیلی در یک کلاس ممتاز می‌توان برای داوطلبان المپیاد فیزیک تدریس کرد.
با عنایات حضرت حق و با کمک تئی چند از همکاران گرامی کتب مریوط به این درخت در هر رشته‌ای از المپیاد معرفی خواهد شد.

منتظر پیشنهادات و نظرات شما سروران هستیم.

گروه المپیاد

انتشارات خوشخوان

مسابقات، کنکورها و المپیادهای علمی همایش‌هایی هستند که کم و بیش در سرتاسر دنیا پنهانور به صورت داخلی و بین‌المللی برگزار می‌شود و سال به سال به تنوع، جذبه و عظمت آن‌ها افزوده می‌شود. یکی از این همایش‌های باشکوه که هر سال در چندین راهنمای در سطح دانش آموزان سنت از آخر دوره متوجهه برگزار می‌شود المپیادهای علمی می‌باشد که قدیمی ترین آن‌العهد ریاضی بوده و از سال ۱۹۵۹ آغاز و تابه‌حال ادامه داشته است.

در حال حاضر نتیجه‌ی کسب شده در المپیادهای علمی برای هر کشوری یکی از شاخص‌های قدرت علمی آن کشور محسوب شده و نفرات ممتاز این المپیادهای را راحتی جذب دانشگاه‌ها و آکادمی‌های ممتاز جهان شده و پس از گذشت سنت ای از موفقیت‌های چشم‌گیری نایاب می‌شوند چنانچه بسیاری از دانشمندان حال حاضر در رشته‌های مختلف از جمله شیمی، فیزیک، IT و ... در مساله‌های لامدنی از میان آوران این المپیادهای بوده‌اند.

جمهوری اسلامی ایران برای اولین بار در سال ۱۳۶۶ در المپیاد ریاضی جهان که در کشور کویا برگزار می‌شد شرکت کرده و با کسب یک مدال برنز به مقام ۲۶ جهان نائل آمد که تعجب همگان را برانگیخت چرا که در آن سال ایران در گیرجنب تحمیلی بوده و جهانیان به غیر از جنگ و در گیری چینی از ایران سراغ نداشتند و در خوشیش دانش آموزان ایران در آن مساله و سنت ای از نگاه‌های راهنمای ایران معطوف کرده و چشم خفته آن‌ها را تا حدود زیادی بیلداز کرده. همانطور که از رسانه‌های گروهی مطلع شده اید در تمام المپیادهای علمی تیم اعزامی کشور عزیزان در سنت ای از گذشتگی جزء کشورهای برتر بوده و ضمن کسب مدال‌های رنگارنگ رتبه‌های بسیار در خلقانی از جمله رتبه اول را حاصل شده‌اند.

نحوه گزینش نفرات اعزامی به المپیادهای جهانی تا حدود زیادی مشابه یکدیگرند به این صورت که در ابتدا در مسابقه‌ای سرسری تحت عنوان مرحله اول که معمولاً به صورت پرسش‌های چندگزینه‌ای مطرح می‌شود حدوداً هزار نفر پذیرفته شده و در رقبتی معمولاً تشریحی که مرحله‌ی دوم نامیده می‌شود شرکت می‌کنند. در این مرحله در هر رشته حدوداً چهل نفر پذیرفته شده و در دوره‌ی تابستانی در دانشگاه دانش پژوهان جوان که متولی برگزاری تمام المپیادهای علمی می‌باشد شرکت کرده و پس از گذشتگان این دوره مرحله‌ی سوم آزمون برگزار شده و عده‌ای (در حدود ده نفر) مدال طلا، عده‌ای مدال نقره و عده‌ای دیگر مدال برنز

کسب می‌کنند (در این مرحله معمولاً همی‌افراد شرکت کننده در دوره مدلان کسب می‌کنند) دارند گان مدلان طلا حداود یک سال در آن باشگاه آموزش دیده و پس از آن اعضاء تیم اعزامی شناسایی می‌شوند. دارند گان مدلان طلا همگی بدون کنکور و در رشته و دانشگاه دلخواه خود پذیرفته شده و ادامه‌ی تحصیل می‌دهند لاما دارند گان مدلان های نقره و برنز همانند مسابیر داوطلبان در کنکور سراسری شرکت کرده و برای کسب رتبه دلخواه جهت پذیرفته شدن در رشته و دانشگاه مورد علاقه خود در قبیت می‌کنند با این تفاوت که این افراد مهمی و وزیری در پذیرفته شدن در رشته و دانشگاه مورد علاقه‌ی خود دارند که جزئیات آن در سایت باشگاه داشت پژوهان جوان تشریح شده است.

متاسفانه در سال‌های اخیر در بعضی از مدارس افرادی مثلاً بیانی کارشناسی به تن کرده و علیه فعالیت‌های المپیاد جبیه می‌گیرند و ادعای می‌کنند فعالیت برای المپیادهای علمی مانع موفقیت در کنکور سراسری بوده و هرچه داشتن آموزبه سمت المپیاد سوق پیدا کند از کنکور فاصله گرفته و در صورت عدم کسب مدلان طلا (که بسیار محتمل است) آینده‌ی خود را تباہ کرده است در حالی که با تحقیقی که در سال‌های گذشته انجام شده است فعالیت در زمینه المپیادهای علمی نه تنها مانع فعالیت برای کنکور نیست بلکه مسیر فعالیت برای کسب رتبه مناسب در کنکور را بسیار هموارتر می‌سازد به عنوان مثال می‌توانید تمام مدلان آوران نقره و برنز و ریاضی آن هایی که در مرحله اول پذیرفته شده و نی به دوره تابستانی راه پیدا کرده اند را در یک رشته شناسایی کرده و موفقیت‌های تحصیلی آن هارا در دانشگاه ها جویا شوید که تگارنده‌ی این متن بارها این تحقیق را تجعام داده و به مثبت بودن آن یقین پیدا کرده است.

 به هر حال ادعا این است که فعالیت داشت آموز در یک رشته از رشته‌های المپیاد فواید بسیاری دارد که به تعلیماتی از آن‌ها به صورت گذرا اشاره می‌شود:

۱. همان طور که خلاصه به بیان سالم داده و انتظار می‌رود با ورزش‌ها و ترمیم‌های مناسب از این نعمت خلاصه‌ای محافظت شود به هر داشتن آموزی نیز استعدادی داده است که باید شکوفا و پنهان ور شود. اختیار باشگاه‌های کشور اعم از خصوصی و دوستی دلوطلب زیادی در رشته‌های متفاوت ورزشی دارند که مهفوغ فعالیت در یکی از رشته‌های ورزشی مانند کشتی، تکواندو، بدنه مازی و ... می‌باشند که وقتی از آن افراد راجع به اهدافشان از این فعالیت سوال می‌شود سالم نگه داشتن بدن را عنوان داشته و انتخاب شدن در تیم ملی را در نهادیت عنوان می‌کنند. چه بسا افرادی که در این رشته‌ها فعالیت می‌کنند و هرگز به تیم ملی راه پیدا

نمی‌کنند که وقتی از این افراد راجع به موقعيت هایشان سؤال می‌شود هرگز خود را ناموفق معرفی نمی‌کنند و همین که توانسته اند از بدن سالم خود به روش مناسب محافظت کنندرا پیروزی بزرگی می‌دانند بنابرین فعالیت دریکی از زمینه‌های المپیاد چه در نهایت به کسب مدال منجر شود و یا نه، همین که استعداده خلائق‌ای پرورش می‌یابد موقعيتی است بمن بزرگ.

۲. ۴ کتب درسی به لذاعان اکثر کارشناسان‌ها و اساتید سال به سال مصاده گردیده و برای عموم دانش آموزان دلجه‌سپ هستند و نی برای دانش آموزان ممتاز و تیز هوش به هیچ عنوان اغنا کننده نمی‌باشند لذا لازم است این مسری از دانش آموزان فعالیت ویژه‌ای را در رشته‌ی موره علاقمند خود داشته باشند تا احسان کنند این فعالیت‌ها برای آن‌ها اغنا کننده است.

۳. ۴ فعالیت‌های المپیادی که در نهایت به حل سوالات پیچیده و عمیق در رشته‌ی مربوطه می‌شود باعث می‌شود تا فرد به تمام مسائل جامعه و پیش آمده در زندگی به دید یک مسئله‌ی المپیاد نگاه کرده و در حل آن تسبیت به مایر رقبا موفق گردد. تحقیقات نشان می‌دهد افرادی که با علاقه و اشتیاق حل‌اصلی یکی از شاخه‌های المپیاد را دنبال می‌کنند (نه به نیت کسب مدال بلکه به نیت پرورش ذهن) نسبت به مایر افراد در زندگی موفق‌ترند.

۴. ۴ زیرینی‌ای اکثر درون پیش دانشگاهی در دروس المپیاد بنا نهاده می‌شود بنابرین افرادی که به مبک المپیادی درون خود را مطلع نمی‌کنند در دوره پیش دانشگاهی با پایه‌ی بسیار قوی تری با درون مواجه می‌شوند و تسبیت به رقبای خود را حست از عمله آن‌ها بر می‌آیند.

۵. ۴ با توجه به مصوبه‌های موجود، کسب مدال دریکی از المپیاد‌های علمی (حتی مدال برنز) باعث اعطای امتیاز‌های ویژه‌ای برای دلوطنبان گنکور در روزه به دانشگاه‌های سراسری می‌شود که جزئیات آن درسایت‌های معتبر مخصوصاً سایت بالشگاه دانش پژوهان جوان موجود است.

۶. ۴ همچنین با توجه به مصوبه‌های موجود اکثر دلوطنبان المپیادها به حضوریت نهادهای مختلف از جمله بنیاد ملی نخبگان در می‌آیند که با رجوع به سایت‌های مرتبط با این نهادها و بنیادها امتیازات تعلق یافته به احضار را مشاهده خواهید کرد.

التشارت خوشخوان مفتخر است از بد و تأسیم به فکر تداوین و تأثیف هنری مناسب برای داشت آموزان محترم و دلوطلبان المپیاد بوده است که خوشبختانه با پاری خداآوند متعال و با پنهان گیری از اسالید مجری که خود درستوالی له چندان دور مدلان آوریکی لزالمهیادهای علمی بوده اند، کتب متعددی به بازار عرضه شده است که مورد توجه دلوطلبان قرار گرفته است. بعد از کسب تجربیات لازم به این نتیجه رسیده این که لازم است کتبی به صورت کار تداوین و تأثیف شود که در آن هر کتاب مخصوص یک گرم تخصصی باشد. این پروژه به نام درخت المپیاد قام گرفته است و هر کتاب از این پروژه که در اختیار دارد برگی از آن درخت خواهد بود.

یدیگری است انجام چنین پروژه‌ی عظیمی نظر و همت دسته جمعی می‌طلبید تا
لازم است از تمام دوستان و همکارانی که مارا در انجام این پروژه پاری نموده اند، تشکر و
قدیر دلی می‌نمایم و در نهایت نیز از عوامل زحمت‌کش انتشارات اعم از مشاورین،
حروف چین‌ها، طراحان و کارمندان و کارگران عزیز کمال امتنان را دارم.

با تشکر

رسول حاجی زاده مدیر انتشارات خوشخوان



پیشگفتار مؤلف



کتابی که پس رو دارد، جلد نخست از مجموعه‌ی کتاب‌های موضوعی با عنوان برگی از درخت المپیاد است. انگیزه‌ی تألیف این مجموعه کتاب‌ها، خلاصی بود که برای کتب آموزشی المپیاد شیمی احساس می‌شد. چرا که بالاتر بودن سطح آزمون‌های مرحله‌ی اول و خصوصاً مرحله‌ی دوم المپیادهای شیمی ایران نسبت به کتاب‌های درس شیمی دبیرستان، دانشآموزان را برای آمادگی مطلوب، مجبور به مراجعه و مطالعه‌ی کتاب‌های دانشگاهی شیمی می‌کند. از طرفی سیر این کتاب‌ها مطابق با المپیاد شیمی دانشآموزی نبوده و برخی از مباحث مطرح شده در آنها دشوار و حتی مورد نیاز نمی‌باشد. همچنین فهم ادبیات و جمله‌بندي این کتاب‌ها نیز برای بسیاری از دانشآموزان مشکل است.

در این مجموعه، طرح مباحث بر مبنای آمادگی برای مراحل اول و دوم المپیادهای ایران هدف‌گذاری شده است و تلاش بر این بوده است که مباحث قبل فهم برای دانشآموزان حتی کسانی که به معلم دسترسی ندارند، باشد. البته در موارد لازم مباحث بیشتر و در سطح بالاتر نیز بیان شده است که متن آنها با زمینه رنگی از متن اصلی جدا شده است. این کتاب شامل ۶ فصل می‌باشد که در تدوین هر فصل، علاوه بر بیان مطالب از شکل‌های متناسب و نیز مثال‌های حل شده برای فهم بهتر خواننده استفاده شده است. همچنین در پایان هر فصل مسائل نمونه (شامل سوالات تالیفی و برخی سوالات کنکور) و سپس سوالات مراحل اول و دوم المپیاد ایران (تا دوره بیستم) برای آشنایی با نمونه مسائل قابل طرح و تثبیت یادگیری هر مبحث با پاسخ تشریحی آورده شده است. نهایتاً برای هر فصل بخشی به عنوان تمارین در نظر گرفته شده است که شامل سوالات مختلف تستی و تشریحی آن مبحث ولی بدون پاسخ می‌باشد. هدف از این بخش در نظر گرفتن سوالاتی برای تکلیف دانشآموزان و سپس حل آنها در کلاس یا به صورت مباحثه یکدیگر است.

در تهیه این مجموعه سعی زیادی برای عدم وجود اشکالات نگارشی یا علمی کتاب صورت گرفته است. ولی از آن جاکه هیچ کاری خالی از اشکال نیست، از اساتید محترم و دانشآموزان عزیز خواهشمندیم، پیشنهادات و انتقادات خود را برای ویرایش‌های بعدی به نگارنده و یا انتشارات ارسال نمایند. در پایان از تلاش‌های تمام کسانی که بنده را در آماده‌سازی این کتاب یاری کرده‌اند، خصوصاً آقایان پیمان اکبری، احسان عزیزآبادی و همچنین خانواده عزیزم تشکر و قدردانی می‌کنم.

محمد عین‌علی

mohammad.einali@gmail.com

فهرست مطالب



فصل ۱



نظریه‌ی اتمی (۱): ذرات زیراتمی

۱	۱-۱ مدل اتمی دالتون
۳	۲-۱ الکتریسیته و کشف الکترون
۵	۳-۱ لامپ پرتوی کاتدی
۶	۴-۱ اندازه‌گیری بار و جرم الکترون
۸	۵-۱ مدل اتمی تامسون
۹	۶-۱ پرتوزایی
۱۰	۷-۱ مدل اتمی هسته‌دار
۱۲	۸-۱ دیگر ذرات زیراتمی
۱۵	مسائل نمونه
۱۷	پاسخ مسائل نمونه
۱۹	سوالات المپیادهای ایران
۲۱	پاسخ سوالات المپیادهای ایران
۲۲	تمرین

مبانی اتم‌ها و عناصر



فصل ۲



۲۵	۱-۲ نمادهای اتمی
۲۷	۲-۲ ایزوتوپ‌ها
۲۸	۳-۲ جرم اتمی
۳۰	۴-۲ جدول تناوبی عناصر
۳۴	مسائل نمونه
۳۶	پاسخ مسائل نمونه
۳۹	سوالات المپیادهای ایران
۴۳	پاسخ سوالات المپیادهای ایران

— فصل ۲ —

امواج الکترومغناطیس و طیف‌های اتمی . . . ۵۱

۵۱	۱-۳ ذره و موج
۵۲	۲-۳ مشخصات موج
۵۴	۳-۳ طیف امواج الکترومغناطیس
۵۵	۴-۳ خاصیت ذره‌ای نور دوگانگی (موج - ذره)
۵۶	۵-۳ طیف‌های اتمی
۵۸	۶-۳ طیف اتمی هیدروژن
۶۰	مسائل نمونه
۶۲	پاسخ مسائل نمونه
۶۴	سوالات المپیادهای ایران
۶۶	پاسخ سوالات المپیادهای ایران
۶۷	تمارین

— فصل ۴ —

نظریه‌ی اتمی (۲): دنیای کوانتومی اتم‌ها . . . ۶۹

۶۹	۱-۴ مدل اتمی بور
۷۱	۲-۴ انتقالات الکترونی و توجیه طیف اتمی هیدروژن
۷۴	۳-۴ مکانیک موجی
۷۶	۴-۴ مدل کوانتومی اتم
۷۸	مسائل نمونه
۸۰	پاسخ مسائل نمونه
۸۴	سوالات المپیادهای ایران
۸۶	پاسخ سوالات المپیادهای ایران
۸۸	تمارین

— فصل ۵ —

مدل کوانتومی اتم (۱): اعداد کوانتومی . . . ۹۱

۹۱	۱-۵ آدرس‌دهی الکترون در مدل کوانتومی
----	--------------------------------------

۹۱	۲-۵ عدد کوانتومی اصلی (n)
۹۲	۳-۵ عدد کوانتومی فرعی (l)
۹۲	۴-۵ عدد کوانتومی مغناطیسی (ml)
۹۳	۵-۵ عدد کوانتومی اسپین (ms)
۹۵	۶-۵ اصل طرد پانولی
۹۶	۷-۵ زیرلایه‌های الکترونی
۱۰۱	مسائل نمونه
۱۰۲	پاسخ مسائل نمونه
۱۰۴	سوالات المپیادهای ایران
۱۰۷	پاسخ سوالات المپیادهای ایران
۱۰۹	تمرین

فصل ۶

مدل کوانتومی اتم (۳): آرایش الکترونی . . . ۱۱۳

۱۱۳	۶-۱ نمایش آرایش الکترونی
۱۱۵	۶-۲ سطح انرژی اوربیتال‌ها
۱۱۶	۶-۳ اصل بنگذاری (آفبا)
۱۱۸	۶-۴ قاعده‌ی هوند
۱۱۹	۶-۵ ترازهای پر و نیمه‌پر
۱۲۱	۶-۶ آرایش‌هایی که از اصل آفبا تبعیت نمی‌کنند
۱۲۳	مسائل نمونه
۱۲۵	پاسخ مسائل نمونه
۱۲۹	سوالات المپیادهای ایران
۱۳۵	پاسخ سوالات المپیادهای ایران
۱۴۱	تمرین



نظریه‌ی اتمی (۱): ذرات زیراتمی

همانند بسیاری از علوم دیگر اولین بحث و نظرات پرامون ساختار ماده و اجزای سازنده‌ی آن به یونان باستان نسبت داده می‌شود. البته بعد نیست که خاستگاه این نظریات به تمدن‌هایی قبل از یونان برگردد که اخبار آن‌ها در دست ما نیست. نظریه‌ی عناصر چهارگانه‌ی ارسطو فیلسوف مشهور یونانی، بیان می‌کند که جهان و تمامی مواد موجود در آن از چهار عنصر آب، خاک، باد و آتش شکل گرفته است و خود این عناصر از جزء دیگری تشکیل نشده‌اند. همچنین بر طبق نظر او فرآیند ریز و خرد کردن ماده بی‌پایان قابل انجام است. در مقابل فیلسوف دیگری به نام دموکریت همه‌ی مواد را متشکل از ذرات بسیار ریز و غیر قابل تقسیمی می‌دانست که بعدها «اتم» به معنای تجزیه‌تاپذیر نام گرفتند. وی خواص مواد مختلف را به شکل اتم‌های تشکیل دهنده‌ی آن مرتبط می‌دانست. البته اساس این نظریات کمتر مبنای تجربی داشت و غالباً عقلی و فلسفی بود.

نظریه‌ی عناصر چهارگانه‌ی ارسطو - مانند بسیاری از نظریات وی در علوم تجربی - تا قرن‌ها نظریه‌ی غالب بر جوامع علمی بود. می‌توان نخستین بار تشکیک ورد این نظر را در آثار دانشمندان تمدن اسلامی یافت. به طوری که کشف وجود اساسی بسیاری از عناصر و ترکیبات توسط جابر بن حیان و زکریای رازی، و دسته‌بندی مواد از منظر ایشان با مدل ارسطویی مطابقت نداشت. علاوه بر آن نظریه‌ی زکریای رازی در رابطه با ساختار ماده شباهت بسیاری با «نظریه‌ی اتمی» مطرح شده توسط جان دالتون انگلیسی در قرون بعدی داشت.



مدل اتم دالتون

۱-۱

رابط بویل و ایزاک نیوتون در کتاب‌های خود وجود اتم‌ها را پذیرفتند. اما امروزه نخستین نظریه‌ی اتمی مدون را به جان دالتون نسبت می‌دهند. او توانست در نظریه‌ی خود قوانین واکنش‌ها و تغییرات شیمیایی

را توضیح دهد. اصول نظریه‌ی دالتون را می‌توان در ۵ بند زیر خلاصه کرد:

۱. مواد از ذرات بسیار کوچک تجزیه‌نپذیری به نام اتم تشکیل شده‌اند.

۲. اتم‌های یک عنصر با یکدیگر مشابه و با اتم‌های عناصر دیگر متفاوتند.

۳. از به هم پیوستن اتم‌ها، مولکول‌ها به وجود می‌آیند. یک واکنش شیمیایی، تغییر در شیوه‌ی اتصال اتم‌ها به یکدیگر است.

۴. در یک واکنش، نه اتمی به وجود می‌آید و نه ازین می‌رود و اتم هیچ عنصری به عنصر دیگر تبدیل نمی‌شود.

۵. یک ترکیب شیمیایی معین، از عناصری تشکیل یافته است که همواره نوع و میزان نسبی آن‌ها یکسان است. (قانون نسبت‌های معین)

مثال ۱-۱ با توجه به قانون نسبت‌های معین، اگر در ۱۰۰ گرم نمک طعام، ۳۹ گرم سدیم و ۶۱

گرم کلر موجود باشد. در ۵۸/۵ گرم نمک، چه مقدار از هریک از عناصر موجود است؟

پاسخ: با استفاده از قانون نسبت‌های معین، در نمک طعام همواره نسبت سدیم به کلر مقدار ثابتی است. بنابراین با یک تناسب ساده می‌توان مقادیر این عناصر به دست آورد. با فرض پارامترهای X و Y به ترتیب برای جرم سدیم و جرم کلر در ۵۸/۸ g نمک داریم:

$$\frac{\text{جرم سدیم}}{\text{جرم نمک}} = \frac{۳۹ \text{ g}}{۱۰۰ \text{ g}} = \frac{x}{۵۸/۵ \text{ g}} \Rightarrow x = ۲۲,۸ \text{ g}$$

$$\Rightarrow y = ۵۸/۵ - ۲۲,۸ = ۳۵,۷ \text{ g}$$

بنابراین در ۵۸/۵ گرم نمک، ۲۲,۸ گرم سدیم و ۳۵,۷ گرم کلر وجود دارد.

اگرچه امروزه هنوز چهارچوب کلی نظریه‌ی دالتون مورد قبول است، اما برخی از اصول آن رد شده و یا تغییر یافته است. مهم‌ترین این موارد به شرح زیر است:

- مشخص شده است اتم‌ها خود مشتمل از ذرات کوچک‌تری هستند. در این فصل این ذرات زیاتمی را معرفی خواهیم کرد.

- کشف ایزوتوپ‌ها^۱ نشان داد که اتم‌های یک عنصر لزوماً یکسان نیستند و می‌توانند دارای جرم‌های متفاوتی باشند.

- اصل شماره ۴ نظریه دالتون، برگرفته از قانون پایستگی جرم است. امروزه مشخص شده است که این قانون به طور مطلق صحیح نیست. از موارد نقض آن می‌توان به پرتوزایی برخی مواد و همچنین واکنش‌های هسته‌ای اشاره کرد. البته در واکنش‌های شیمیایی معمول، هنوز این قانون قابل استفاده است و موازنی یک واکنش شیمیایی مبتنی بر آن است.^۲

(۱) بخش ۲-۲

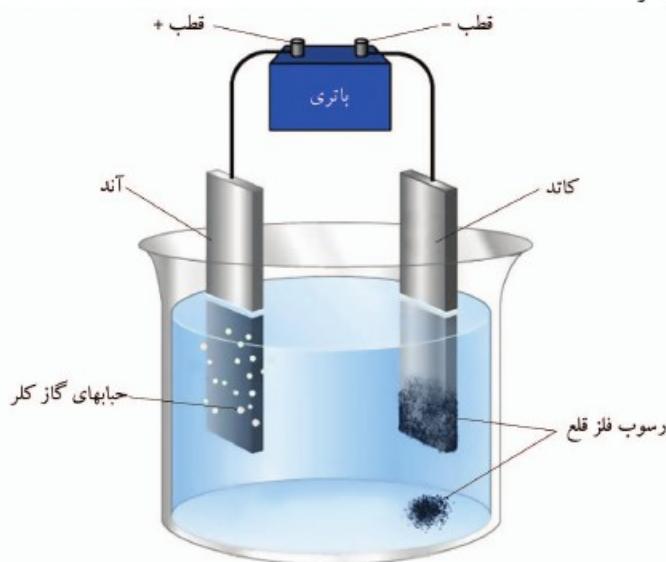
(۲) رجوع شود به مبحث «استوکیومتری»

الکتریسیته و کشف الکترون

۲-۱

در مدل اتمی دالتون، اتم یک ذره‌ی یکپارچه و بدون تغییر فرض شده است. اما آزمایشات مربوط به الکتریسیته‌ی ساکن و بیش از آن آزمایشات بر روی الکتریسیته‌ی جاری نشان داد که این مدل، مدل کاملی برای تبیین ساختار اتم نیست. این آزمایشات نشان می‌داد اتم‌ها با جاذبه‌هایی که ماهیت الکتریکی دارند به هم متصل هستند و همچنین اتم‌ها قادر به جذب و یا تخلیه‌ی الکتریسیته می‌باشند.

آزمایشات مربوط به «برقگافت» در همین راستا بود. در این فرآیند با قرار دادن دو الکترود^۳ یکی مثبت (آند) و دیگری منفی (کاتد) درون محلی از یک ترکیب یونی فلزدار (نمک) و برقراری جریان برق مستقیم، نمک تجزیه شده و فلز موجود در ترکیب روی کاتد و کف ظرف نهشین می‌شود. در شکل ۱-۱-۱ مثالی از یک فرآیند برقگافت نشان داده شده است. از جمله کاربردهای فراوان برقگافت، آبکاری فلزات و ایجاد روکشی از فلز است.



شکل ۱-۱ برقگافت محلول غلیط قلع (SnCl₄) کلرید (II)

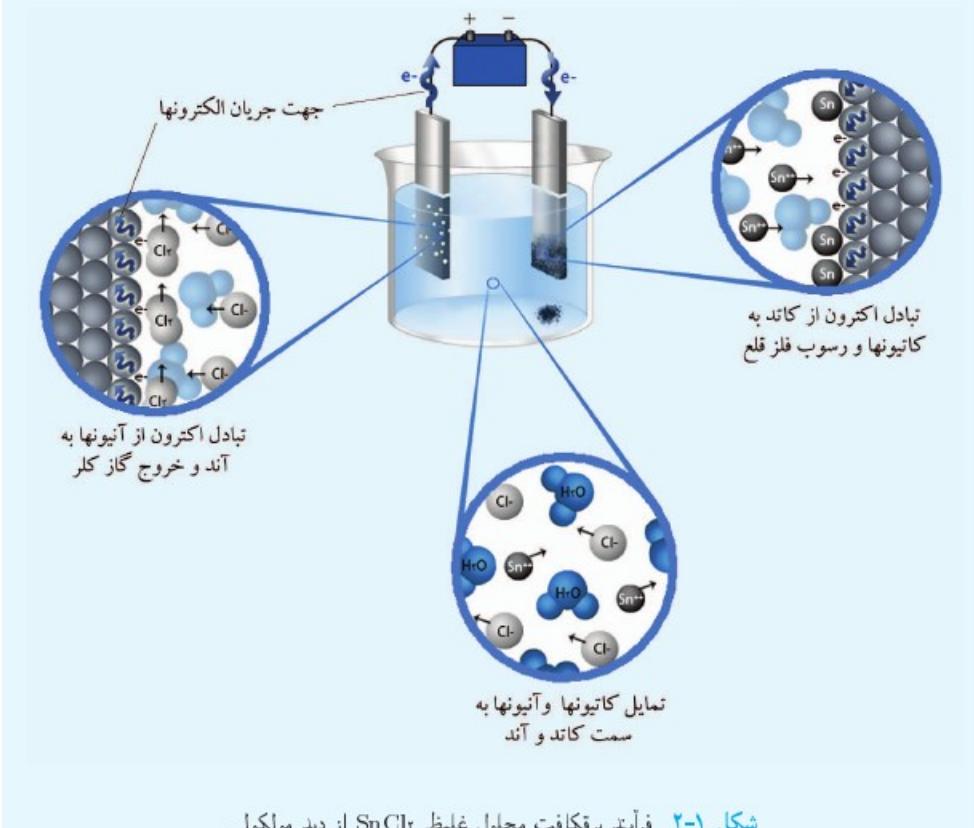
مایکل فارادی با برقگافت محلول ترکیب فلزهای مختلف مشاهده کرد که در شرایط یکسان، میزان رسوب فلزهای مختلف با یکدیگر متفاوت است. این بدان معنا بود که اتم‌های فلزات مختلف هنگام رسوب کردن مقدار یکسانی الکتریسیته جذب نمی‌کنند. بنابراین الکتریسیته می‌بایست ماهیتی گُسسته داشته باشد؛ یعنی از واحدهای باری تشکیل شده است که به آن «الکترون» می‌گوییم. نتیجه‌ی مهم دیگر این بود که الکترون‌ها قادر به ورود در اتم‌ها و خروج از آن‌ها هستند.

(۳) تیغه‌ی رسانا

در فرآیند برقکافت چه رخدیده؟

همان طور که می دانید محلول برخی ترکیبات از جمله تمک ها، اسیدها و بازها رسانای جریان الکتریستیه اند. این رسانایی به دلیل ایجاد یون های مثبت و منفی هنگام انجلاع این مواد در آب است. هنگامی که دو الکترود مثبت و منفی در محلول قرار گیرد، کاتیون ها (یون های مثبت) به سمت کاتد منفی و آنیون ها (یون های منفی) به سمت آند مثبت جذب می شوند و با تبادل الکترون باعث انتقال جریان برق می شوند. اساس برقکافت یا الکترولیز همین تبادل الکترون ها و خنثی شدن کاتیون ها و آنیون ها در کاتد و آند است که سبب تجزیه ی ترکیب موجود در محلول می شود.

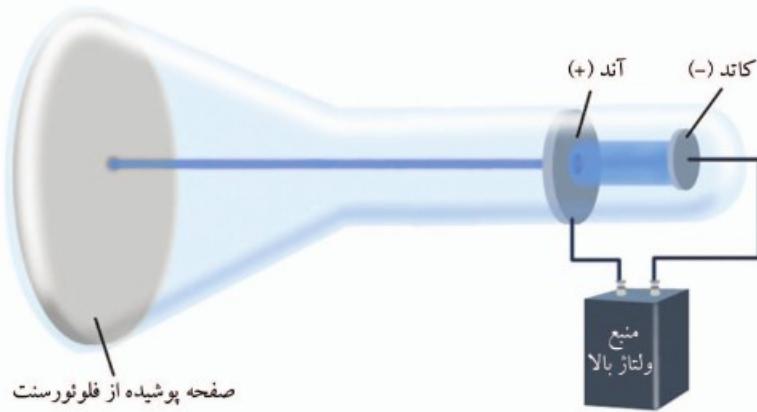
برای مثال شکل ۲-۱، برقکافت محلول غلیظ SnCl_2 را از دید مولکولی نشان می دهد. با برقراری جریان یون های مثبت قلع در اطراف کاتد یا جذب الکترون از آن، خنثی شده و فلز قلع رسوب می کند. در طرف دیگر یون های منفی کلر در اطراف آند با از دست دادن الکترون خنثی شده و به صورت حباب های گازی کلر از محلول خارج می شوند.





لامپ پرتوی کاتدی ۳-۱

پرتوهای کاتدی در پی کوشش برای عبور جریان برق در خلاکش شدند. به این صورت که دو الکترود در یک لوله‌ی شیشه‌ای قرار می‌دهند و هوا درون آن را تقریباً به طور کامل خارج می‌کنند. هنگامی که یک ولتاژ زیاد بین دو الکترود برقرار شود پرتوهایی از الکترود منفی (کاتد) به سمت الکترود مثبت (آند) جریان می‌یابد. شکل زیر نمایی از لامپ پرتوی کاتدی را نشان می‌دهد. پرتوهای کاتدی نامرئی هستند. بنابراین عموماً در وسط آند سوراخی ایجاد می‌کنند و انتهای لوله را با مواد فلورسنت می‌پوشانند. این مواد تابش‌های نامرئی را جذب و نور مرئی ساطع می‌کنند. به این ترتیب با عبور باریکه‌ای از پرتوها و برخورد با ماده‌ی فلورسنت محل برخورد مشخص می‌شود.



شکل ۳-۱ لامپ پرتوی کاتدی

آزمایشات و مطالعات گستردۀ جوزف تامسون، ویژگی‌های زیر را برای پرتوهای کاتدی نشان داده است:

۱. پرتوی کاتدی در خط راست سیر می‌کند.
۲. این پرتوها برخلاف امواج نور دارای جرم می‌باشند.
۳. جنس پرتوی کاتدی همواره یکسان است و به جنس کاتد بستگی ندارد.
۴. پرتوی کاتدی بسیار پرائزی است و باعث یونش^۴ و التهاب^۵ گاز آندک درون لوله می‌شود.
۵. پرتوهای کاتدی با عبور از میدان الکتریکی از مسیر مستقیم به سمت قطب مثبت منحرف می‌شوند، بنابراین ذرات آن یعنی همان الکترون‌ها دارای بار الکتریکی منفی می‌باشند.

میزان انحراف یک ذره متحرک باردار در میدان الکتریکی یا مغناطیسی، به دو عامل بستگی دارد:

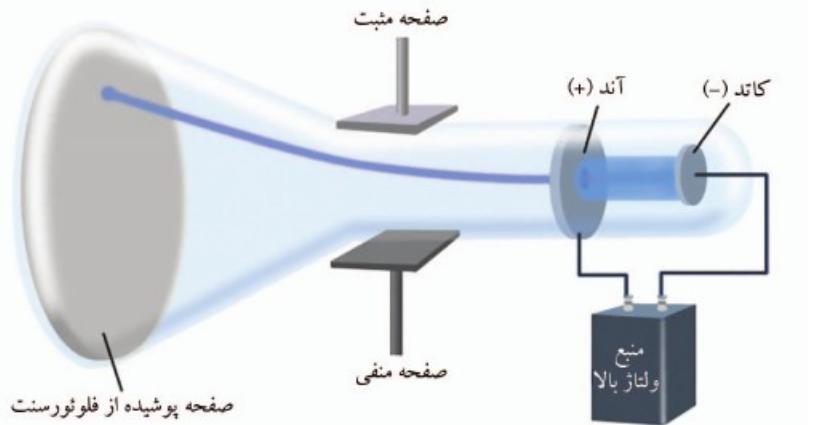
(الف) هرچه بار ذره بیشتر باشد، انحراف آن بیشتر خواهد بود. پس میزان انحراف ذره با بار آن

(q) متناسب است.

(۴) جدایش الکترون

(۵) انتشار نور

ب) هرچه جرم ذره (m) بیشتر باشد، انحراف آن کمتر خواهد بود. پس میزان انحراف ذره با معکوس جرم ($1/m$) متناسب است.



شکل ۴-۱ انحراف پرتوی کاتدی در میدان الکتریکی

بنابراین ترکیب این دو عامل یعنی نسبت بار به جرم (q/m) تعیین‌کننده میزان انحراف یک ذرهی متوجه در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است. تامسون با انحراف پرتوی کاتدی در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و اندازه‌گیری میزان انحراف آن، توانست نسبت بار به جرم الکترون را محاسبه کند. این مقدار برابر است با $g/C = 1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$. به طوری که C (کولن) واحد اندازه‌گیری بار الکتریکی و g (گرم) واحد اندازه‌گیری جرم است.

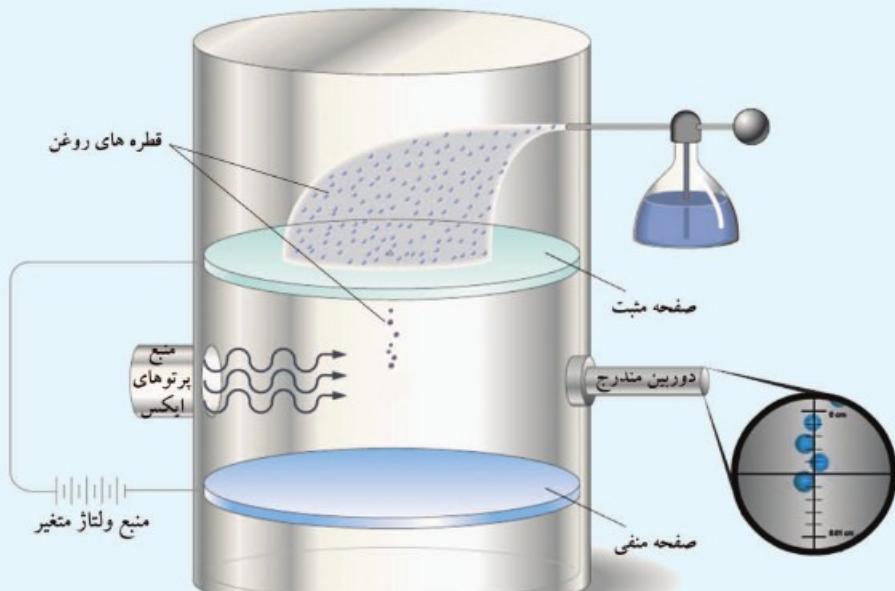
۴-۱ اندازه‌گیری بار و جرم الکترون

تامسون توانست با استفاده از پرتوهای کاتدی نسبت بار به جرم الکترون را به دست آورد. اما نخستین اندازه‌گیری بار الکترون به طور جداگانه توسط رایت میلیکان با انجام آزمایش زیر صورت گرفت.

آزمایش قطرات روغن

در این آزمایش دو صفحهٔ موازی به یک منبع با ولتاژ قابل تنظیم متصل هستند. به این صورت که با برقراری جریان صفحهٔ بالایی دارای بار مثبت و صفحهٔ پایینی دارای بار منفی می‌شود. هوای میان دو صفحه به وسیلهٔ پرتوهای پر از ریز ایکس یونیزه می‌شوند. به این معنا که برخی الکترون‌های مولکول‌های هوا از آن‌ها کنده می‌شوند. به وسیلهٔ یک روغن پاش قطرات بسیار ریز روغن روی صفحهٔ بالایی که دارای یک سوراخ است، اسپری می‌شود. این قطرات از درون سوراخ سقوط می‌کنند و در هنگام عبور از فضای بین دو صفحه با جذب الکترون‌ها دارای بار منفی می‌شوند. حال جریان برقرار می‌شود و قطره‌های روغن از طرف صفحهٔ بالا جذب و از طرف صفحهٔ پایین دفع می‌شوند.

بنابراین با صرف نظر از اصطکاک دو نیرو به هر قطره‌ی روغن وارد می‌شود؛ نیروی وزن قطره که به سمت پائین است و نیروی الکتریکی که به سمت بالا است. با تغییر ولتاژ صفحات می‌توان طوری نیروی الکتریکی را طوری تنظیم کرد که با نیروی وزن قطره برابر شود و قطره در هوا معلق بماند. نیروی وزن قطره‌ی روغن به دروش قابل محاسبه است. با اندازه‌گیری قطره به وسیله‌ی دوربین مندرج و یا اندازه‌گیری زمان سقوط قطره، در نتیجه نیروی الکتریکی معادل با وزن به دست می‌آید. نیروی الکتریکی متناسب با بار قطره‌ی روغن است. قطرات مختلف می‌توانند تعداد متفاوتی الکترون جذب کنند و بار متفاوتی داشته باشند. میلیکان با تکرار این آزمایش روی چندین قطره، بارهای آن‌ها را محاسبه نمود. او فهمید که تمامی این بارها مضربی ساده از یک عدد معین هستند که همان بار الکترون خواهد بود.



شکل ۵-۱ نمایی از دستگاه آزمایش میلیکان

مثال ۲-۱ اگر در یک آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان مقادیر زیر برای بارهای سه قطره‌ی روغن به دست آمده باشد، مقدار بار الکترون را محاسبه کنید.

قطره‌ی روغن	بار الکتریکی بر حسب (10^{-20} کولن)
-۳۲	الف
-۴۸	ب
-۸۰	ج



پاسخ: با توجه به توضیحات متن، بار الکترون برابر می‌شود با بزرگ‌ترین مقسوم‌علیه مشترک (ب.م.م) بارهای قطرات روغن. با کمی دقت مشخص می‌شود: $16 \times 2 = 32$, $16 \times 3 = 48$, $16 \times 5 = 80$ و بنابراین ب.م.م این سه عدد برابر است با ۱۶ و بار الکترون برابر می‌شود با $C^{-10} \times 16$.

بار تک الکترون به عنوان واحد بار الکتریکی، با نماد e – نشان داده می‌شود:

$$q = -e = -1,6 \times 10^{-19}$$

با محاسبه‌ی بار الکترون و داشتن نسبت بار به جرم، جرم الکترون نیز قابل محاسبه است.

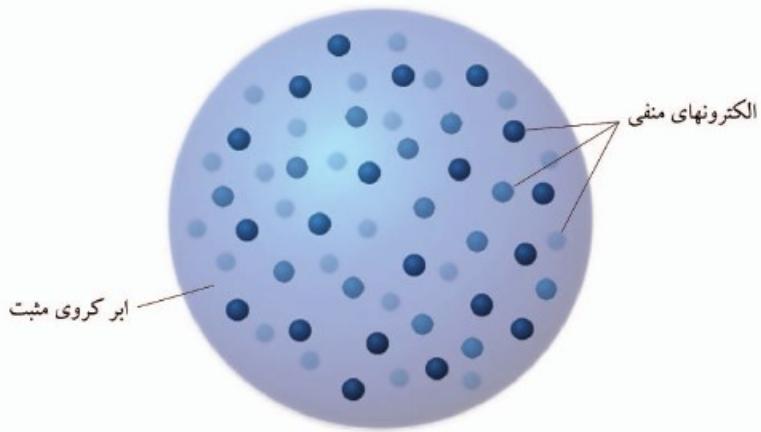
$$m = \frac{q}{q/m} = \frac{-1,6 \times 10^{-19}}{-1,76 \times 10^8 C/g} = 9,1 \times 10^{-28} g$$

مدل اتمی تامسون

۵-۱

با کشف الکترون به عنوان اولین ذره‌ی زیر اتمی جوزف تامسون مدل اتمی جدیدی به شرح زیر ارائه نمود؛

۱. اتم مشکل از الکترون‌هایی با بار منفی است که در فضای ابرگونه‌ای با بار مثبت پراکنده‌اند.
۲. مجموع بار منفی الکترون‌ها برابر با بار مثبت ابرکروی است و در نتیجه اتم خنثی است.
۳. جرم اتم، ناشی از تعداد بسیار زیاد الکترون‌های آن است و ابرکروی جرمی ندارد.



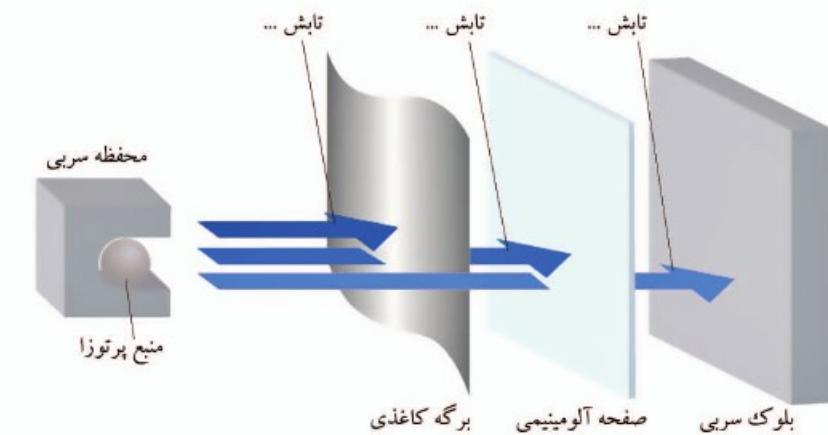
شکل ۶-۱ مدل اتمی تامسون

این مدل اتمی به «مدل کیک کشمشی» یا «مدل هندوانه‌ای» شهرت دارد. مطالعات بعدی روی اتم از جمله آزمایش رادرفورد - نشان داد که مدل تامسون نمی‌تواند تصویر درستی از ساختار اتم ارایه دهد.

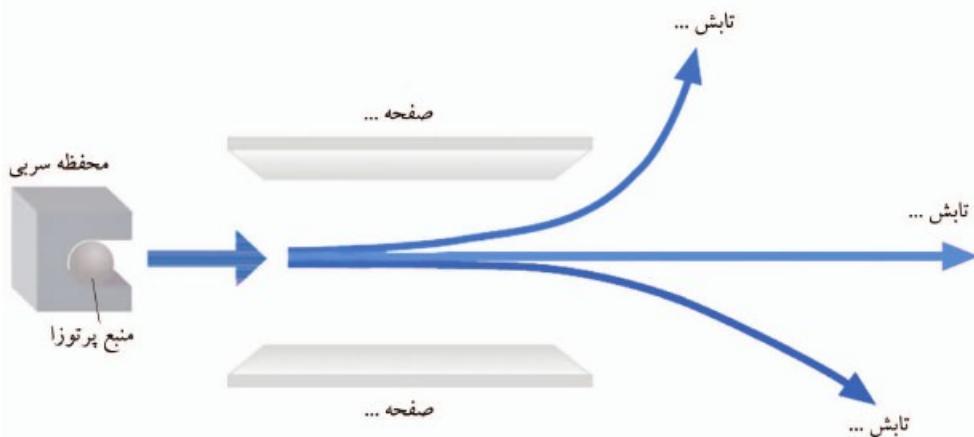
atomهای برحی از عناصر به علت ناپایداری، به اصطلاح پرتوزا هستند. این اتم‌ها با منتشر کردن پرتوهایی تغییر ماهیت داده و به اتم پایدار عنصری دیگر تبدیل می‌شوند. این خاصیت که تصادفاً توسط هانری بکرل کشف شده است «پرتوزایی» یا «رادیواکتیویته» نام دارد. ارنست رادرفورد متوجه شده به طور طبیعی سه نوع تابش می‌تواند از مواد پرتوزا ساطع شود:

۱. پرتوی آلفا (α): این تابش از ذراتی با بار $+2$ تشکیل شده است که جرم نسبتاً سنگینی دارند. سرعت این تابش حدود 16000 km/s (۵ درصد نور) و نفوذپذیری آن پایین است.
۲. پرتوی بتا (β): ذرات این تابش دارای بار -1 هستند. تابش بتا نسبت به آلفا بسیار سبک‌تر و دارای نفوذپذیری بیشتری می‌باشد. سرعت این تابش 130000 km/s (۴۰ درصد سرعت نور) است.
۳. پرتوی گاما (γ): این تابش بدون بار و بدون جرم است. تابش γ پرانرژی‌ترین و نفوذپذیرترین پرتوی شناخته شده در طبیعت است. سرعت این تابش برابر با سرعت نور است.

مثال ۳-۱ سه تابش منتشر شده از مواد پرتوزا را با آزمایشات مختلفی می‌توان از یکدیگر تقسیم نمود. شکل‌های زیر به ترتیب دو آزمایش (الف) قابلیت عبور از مواد و (ب) میزان انحراف در میدان الکتریکی را روی این پرتوها نشان می‌دهد. در هر دو آزمایش تابش‌های α ، β و γ را تعیین و همچنین در آزمایش دوم بار صفحات را نیز مشخص نمایید.



شکل ۷-۱ قابلیت عبور پرتوهای رادیواکتیو



شکل ۸-۱ میزان انحراف پرتوهای رادیواکتیو در میدان الکتریکی

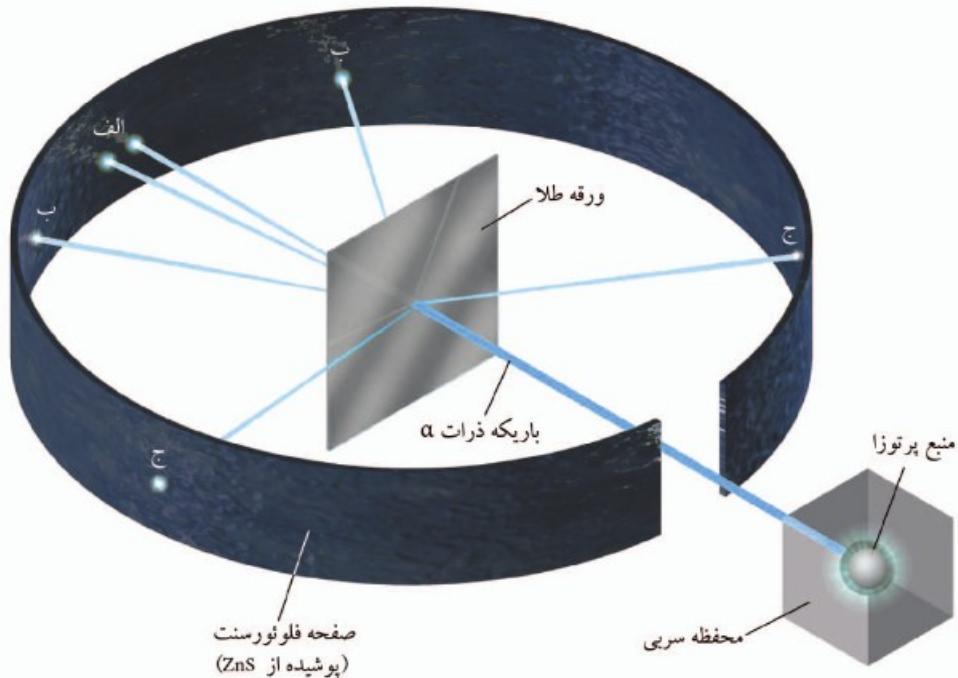
پاسخ: با توجه به متن، بیشترین نفوذپذیری مربوط به تابش گاما و کمترین مربوط به آلفاست. بنابراین در آزمایش اول (شکل ۷-۱)، پرتوی بالایی α ، پرتوی وسط β و پرتوی پایینی γ خواهد بود. همچنین در بخش ۴-۱ بیان کردیم میزان انحراف یک ذرهی باردار در میدان الکترومغناطیس متناسب با نسبت بار به جرم (q/m) آن است. بر این اساس ذرهی آلفا با اینکه بار بیشتری به ذرهی بتا دارد اما به علت جرم بسیار بالا انحراف کمتری در میدان الکتریکی خواهد داشت. همچنین برای تابش گاما به سبب نداشتن بار هیچگونه انحرافی رخ نمی دهد. پس در آزمایش دوم (شکل ۸-۱)، پرتوی بالایی β ، پرتوی وسط γ و پرتوی پایینی α می باشد. همچنین صفحه‌ی بالایی می بایست منفی باشد تا تابش مثبت آلفا را جذب کند و صفحه‌ی پایینی مثبت است که تابش منفی بتا را جذب کرده است.

مدل اتمی هسته‌دار

۷-۱

رادرفورد در آزمایش خود، پرتوهای آلفا را برای مطالعه‌ی ساختار اتم به کار گرفت. آزمایش از این قرار بود که با استفاده از ماده‌ای پرتوزا، باریکه‌ای از ذرات آلفا به ورقه‌ای بسیار نازک از طلا با ضخامت تقریبی ۴ میکرون^۶ (حدود ۲۰۰۰ اتم) تابانده شد (شکل ۹-۱).

^۶ هر میکرون (μm) برابر 10^{-6} است.



شکل ۹-۱ انحراف پرتوهای آلفا هنگام عبور از ورقه‌ی طلا

(الف) بدون انحراف موثر، (ب) انحراف با زاویه‌ی کمتر از 90° درجه، (ج) بازگشت با زاویه‌ی بیش از 90° درجه

با در نظر گرفتن مدل تامسون انتظار این بود که تمامی ذرات سنگین آلفا بدون انحراف قابل توجهی از ورقه‌ی طلا عبور کنند. (چرا؟) اما برخلاف انتظار تایجی از این آزمایش به دست آمد که بسیار شگفت‌آور بود. این نتایج به شرح زیر است:

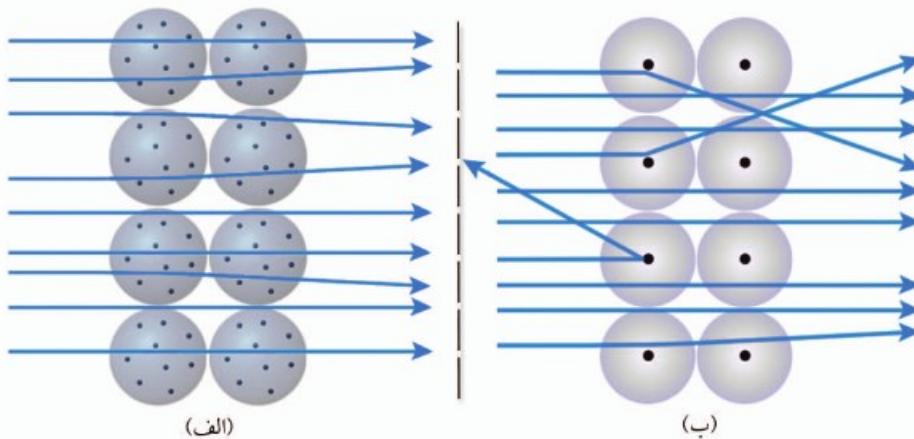
۱. اکثر ذرات آلفا، بدون انحراف موثری نسبت به مسیر اولیه از ورقه‌ی طلا عبور کردند.
۲. تعدادی از ذرات آلفا، با زاویه‌ی کمتر از 90° درجه نسبت به مسیر اولیه منحرف شدند.
۳. تعداد بسیار محدودی از ذرات آلفا، با زاویه‌ی انحراف بیش از 90° درجه بازگشتهند.

رادفورد آزمایش خود را ورقه‌های فلزات دیگری تکرار کرد و نتایج مشابهی به دست آورد. این نتایج باعث شد تا او مدل جدیدی برای اتم پیشنهاد دهد که «مدل اتم هسته‌دار» نامیده می‌شود.

براساس این مدل، اتم متشکل از یک هسته در مرکز و الکترون‌های اطراف آن است. تمامی بار مثبت اتم که برابر با مجموع بار منفی الکترون‌هاست و همچنین اکثر جرم اتم در هسته متمرکز است. به طوری که جرم الکترون‌ها در برابر جرم هسته قابل چشم‌پوشی است. از طرفی فضای اشغال شده توسط هسته

نسبت به حجم اتم بسیار ناچیز است. بنابراین اکثر حجم اتم فضای خالی است.

مثال ۱-۴ با توجه به شکل زیر که مقایسه‌ی آزمایش عبور پرتوهای آلفا را برای دو مدل اتمی تامسون و رادرفورد نشان میدهد، توضیح دهید؛ (الف) با فرض مدل اتمی تامسون چرا ذرات آلفا می‌بایست بدون انحراف قابل توجهی از اتم‌ها عبور کنند؟ (ب) هریک از سه بند نتایج آزمایش رادرفورد، با کدام قسمت از مدل اتم هسته‌دار قابل توجیه است؟



شکل ۱۰-۱ مقایسه‌ی عبور پرتوهای آلفا با فرض دو مدل اتمی:

(الف) مدل کیک کشمکشی (تامسون)، (ب) مدل اتم هسته‌دار (رادرفورد)

پاسخ:

الف) مدل تامسون تنها ذرات درون اتم را الکترون‌ها می‌داند که دارای جرم بسیار کم و همچنین بار منفی می‌باشند. بنابراین توانایی دفع و انحراف آلفا را نخواهند داشت.

نتیجه آزمایش	تحلیل	توجیه (مدل اتم هسته‌دار)
۱ عبور اکثر پرتوهای آلفا بدون انحراف	نیوند مانعی در راه پرتوها	حالی بودن اکثر فضای اتم
۲ انحراف برقی ذرات آلفا	دفع ذرات آلفا توسط یک میدان الکتریکی قوی	تمرکز بار مثبت اتم در هسته
۳ بازگشت تعداد اندکی از پرتوها	برخورد با یک جرم سنگین	تمرکز جرم اتمی در هسته‌ای بسیار کوچک

۸-۱ دیگر ذرات زیراتومی (اجزای هسته)

مطالعات و آزمایشات بعدی روی اتم و به خصوص هسته نشان داد که هسته خود از ذراتی تشکیل شده است. هنری موزلی یکی از دانشجوهای رادرفورد با مطالعه روی فرکانس پرتوهای ایکس تولید شده از

فلزات مختلف به نتایج مهمی دست یافت که منجر به کشف ذرهی زیر اتمی دیگر شد.⁷ این ذره که «پروتون» نام دارد دارای بار مثبتی برابر با بار الکترون و جرمی حدود ۱۸۳۶ برابر الکترون است. چون اتم از نظر الکتریکی خشی است، بنابراین لزوماً تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها در یک اتم برابر است. ولی جرم کل اتم‌ها با مجموع پروتون‌ها و الکترون‌ها تطابق ندارد. به همین دلیل رادرفورد وجود ذراتی بدون بار، علاوه بر پروتون‌ها را در هسته ضروری دانست. اما اثبات وجود این ذره یعنی «نوترون»، ۱۲ سال بعد توسط شاگرد دیگر وی، جیمز چادویک انجام گرفت. او قوانست با استفاده از داده‌های به دست آمده از برخی واکنش‌های هسته‌ای مولد نوترون، جرم نوترون را محاسبه کند. نوترون ذره‌ای خشی و دارای جرم کمی بیشتر از پروتون است. جدول زیر ویژگی‌های سه ذرهی زیراتومی سازنده اتم را فهرست کرده است:

ول ۱ - ۱ ذرات سازندهی اتم

ذرهی زیراتومی	نماد	مکان حضور	بار الکتریکی واحد C واحد	جرم واحد g واحد	جرم واحد amu واحد
الكترون	e	فضای اطراف هسته	-1.6×10^{-19}	-1×10^{-28}	9.61×10^{-28}
پروتون	p	هسته	1.6×10^{19}	$+1$	1.673×10^{-24}
نيترون	n	هسته	صفر	صفر	1.675×10^{-24}

مثال ۵-۱ مشخص شده است که منشاً پرتوهای رادیوакتیو هسته‌ی ناپایدار است. رادرفورد نشان داد که ذره‌ی تابش آلفا متشکل از دو پروتون و دو نوترون است. همچنین تابش بتا از جنس الکترون می‌باشد. محاسبه کنید:

(الف) جرم یک ذرهی آلفا چند برابر یک ذره بتاست؟

ب) انرژی جنبشی یک ذرهی آلفا چند برابر انرژی یک ذرهی بتا است؟

$$\left(\frac{1}{2} \times \text{سرعت}^2 \times \text{جرم} \right) = (\text{K})$$

پاسخ:

الف) با استفاده از جدول ۱-۱ داریم:

$$\begin{cases} \alpha_{جرم} = (2 \times 1,673 \times 10^{-24}) + (2 \times 1,675 \times 10^{-24}) = 6,696 \times 10^{-24} \text{ g} \\ \beta_{جرم} = 9,11 \times 10^{-24} \text{ g} \end{cases}$$

$\Rightarrow \alpha_{جرم}/\beta_{جرم} = 735^\circ$

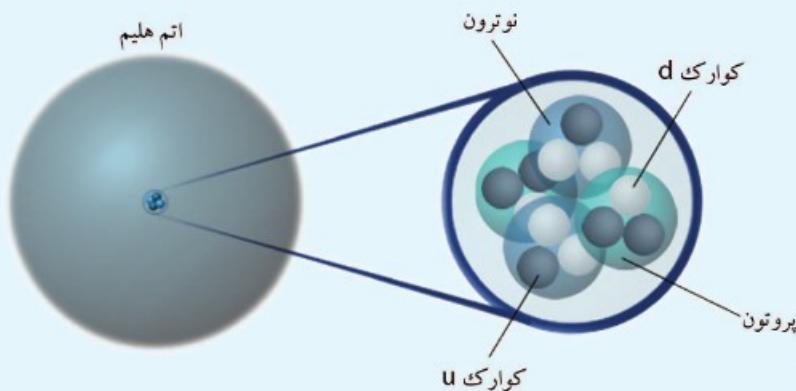
۷) رجوع شود به مبحث «خواص تناوبی عناصر»
 ۸) واحد بار الکتریکی معادل اندازه‌ی بار تک الکترون
 ۹) واحد جرم اتمی (یخش ۳-۲)

(ب)

$$\begin{cases} K_{\alpha} = \frac{1}{2} \times 6,696 \times 10^{-27} \times (1,6 \times 10^7)^2 = 8,57 \times 10^{-13} \text{J} \\ K_{\beta} = \frac{1}{2} \times 9,11 \times 10^{-31} \times (1,3 \times 10^8)^2 = 7,70 \times 10^{-15} \text{J} \\ \Rightarrow \frac{K_{\alpha}}{K_{\beta}} = 111 \end{cases}$$

ذرات بنیادی

امروزه ثابت شده است که پروتون و نوترون خود از ذرات کوچکتری به نام «کوارک» تشکیل یافته‌اند. به طوری که هر پروتون یا نوترون از سه کوارک تشکیل شده است. دو نوع کوارک u (بالا) و کوارک d (پایین) سازنده ذرات هستند. دانشمندان کوارک را به همراه الکترون ذرات بنیادی می‌دانند. به این معنا که این ذرات خود از ذره‌ی دیگری تشکیل نشده‌اند. البته هنوز نمی‌توان کاملاً مطمئن بود که کوارک‌ها و الکترون نیز قابل تجزیه هستند یا خیر. برخی دانشمندان به دنبال ذره‌ای هستند که سازنده‌ی همه‌ی ذرات ماده باشد. اما علم توانسته است، وجود یا عدم آن را ثابت کند. حال شما فکر می‌کنید در رابطه با تجزیه‌ی ماده، در نهایت نظریه‌ی ارسسطو صحیح است یا نظریه‌ی دموکریت؟!



شکل ۱۱-۱ کوارک‌ها، ذرات تشکیل‌دهنده‌ی پروتون و نوترون

مسائل نمونه

۱ کدام بخش از نظریه‌ی اتمی دالتون با دانش امروزی مطابقت کامل ندارد؟

(۱) در واکنش‌های شیمیایی اتم‌ها به وجود نمی‌آیند و از بین نمی‌روند.

(۲) اتم‌های عنصرهای مختلف به هم متصل می‌شوند و مولکول‌ها را به وجود می‌آورند.

(۳) همه‌ی اتم‌های یک عنصر، جرم یکسان و خواص شیمیایی مشابه دارند.

(۴) در هر مولکول از یک ترکیب معین، همواره نوع و شمار نسبی اتم‌های سازنده‌ی آن یکسان است.

۲ با استفاده از قانون نسبت‌های معین در نظریه‌ی دالتون تعیین کنید؛ اگر ۹۰ گرم شکر حاوی

۳۶ گرم کربن، ۴۸ گرم اکسیژن و مابقی هیدروژن باشد. چند گرم شکر حاوی ۱۰ گرم هیدروژن است؟

۳ کدام مورد جزء نتایج به دست آمده از بررسی علمی تامسون نیست؟

(۱) همه‌ی مواد دارای الکترون می‌باشند.

(۲) پروتون‌های کاتندی در مسیر مستقیم حرکت می‌کنند.

(۳) پروتون‌های کاتندی دارای بار الکتریکی منفی هستند.

(۴) پدیده‌ی پرتوزایی، با کاهش جرم ماده‌ی پرتوزا همراه است.

۴ هر یک از آزمایشات زیر روی لامپ پرتوی کاتندی و مشاهدات مربوط، چه نتیجه‌ای در مورد

ویژگی این پرتو نشان می‌دهد؟

مشاهده

آزمایش

الف) ایجاد سوراخ در آند و پوشش انتهای لوله با مواد فلورورنسنست

تشکیل نقطه‌ای نورانی روی صفحه‌ی فلورورنسنست

جاجابجایی محل انتشار نور در انتهای لوله

برقراری میدان مغناطیسی در مسیر پروتونها

تغییری رخ نمی‌دهد

تعویض کاتند آهنه‌ی با کاتند مسی

حرکت پره

قرار دادن پره‌ای بسیار سبک در مسیر پروتونها

اششار نوری صورتی رنگ هنگام عبور پروتونها

باقي گذاشتن مقدار بسیار انگشتی گاز هیدروژن درون لوله

۵ چرا تامسون در مدل خود، اتم را شامل تعداد بسیار زیادی الکترون می‌دانست؟

۶ کدام دو نوع از پروتون‌های منتشر شده از مواد پرتوزا به ترتیب، به وسیله‌ی یک ورق کاغذ و یک

ورق الومینیومی جذب می‌شوند و از آن نمی‌گذرند؟

(۱) آلفا - بتا

(۲) بتا - گاما

(۳) آلفا - گاما

(۴) آلفا - بتا

(۴) هسته

(۳) نوترون

(۲) الکترون

(۱) ذره‌ی الفا

۷

۸

۹

رادرفورد طی آزمایش خود توانست قطر هسته و قطر اتم طلا را به ترتیب حدود در 10^{-13} cm و 10^{-8} cm محاسبه نماید. با فرض کروی بودن اتم و هسته محاسبه کنید.

(الف) اگر قطر هسته را 1 cm می‌بود به همان نسبت قطر اتم چند Km خواهد بود؟

(ب) چند درصد از حجم اتم توسط هسته اشغال شده است؟ (حجم کره برابر است با: $\frac{4}{3} \pi r^3$)
 (شعاع)

آزمایش رادرفورد روی ورقه‌های مختلفی علاوه بر طلا تکرار شد. میزان انحراف پرتوهای آلفا

برای هر عنصر به اندازه‌ی اتم و اندازه‌ی هسته‌ی آن بستگی دارد. اگر قطر اتم کربن را 10^{-8} cm و قطر هسته‌ی آن 10^{-14} cm باشد. با استفاده از داده‌های مساله‌ی قبل به سوالات زیر در

مقایسه‌ی آزمایش رادرفورد روی دو ورقه‌ی طلا و کربن (گرافیت) پاسخ دهید:

(الف) اگر باریکه‌ی پرتوهای آلفا از 1 mm^2 مساحت ورقه عبور کند و ضخامت ورقه 4 mm باشد. با صرف نظر از فضای خالی میان اتم‌ها، در هر یک از ورقه‌ها چند اتم در معرض عبور

پرتوهای آلفا قرار می‌گیرند؟ (حجم یک اتم با فرض کروی بودن برابر است با: $\frac{4}{3} \pi r^3$)

(ب) میزان پرتوهای آلفای منحرف شده با زاویه‌ی باز، متناسب با مجموع مساحت هسته‌ی اتم‌های در معرض پرتوها می‌باشد. در کدام ورقه انحراف پرتوهای آلفا بیشتر خواهد بود، (مساحت یک هسته با فرض کروی

بودن برابر است با: $7 \text{ شاعع} \times (3/14 \times 4 \times 3)$

پاسخ مسائل نمونه

گزینه‌ی «۳» پاسخ صحیح است.

کشف ایزوتوب‌ها نشان داد که اتم‌های یک عنصر لزوماً یکسان نیستند و می‌توانند دارای جرم‌های متفاوتی باشند.

ابتدا جرم هیدروژن را در 9° گرم شکر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جمله: جرم شکر} = \text{جمله: جرم کربن} + \text{جمله: جرم اکسیژن} + \text{جمله: جرم هیدروژن}$$

$$X + 48\text{ g} + 36\text{ g} = 9^{\circ}\text{ g} \Rightarrow X = 6\text{ g}$$

با توجه به قانون نسبت‌های معین، همواره نسبت جرمی عناصر در یک ترکیب ثابت است. پس:

$$\frac{\text{جمله: جرم هیدروژن}}{\text{جمله: جرم شکر}} = \frac{6\text{ g}}{9^{\circ}\text{ g}} = \frac{1^{\circ}\text{ g}}{y} \Rightarrow y = 15^{\circ}\text{ g}$$

گزینه‌ی «۴» پاسخ صحیح است.

مطالعات تامسون روی پرتوهای کاتدی و خواص آن بوده است.

الف) پرتوی کاتدی در خط راست جریان می‌یابد.

ب) ذرات پرتوی کاتدی دارای بار الکتریکی هستند.

ج) پرتوی کاتدی به جنس کاتدی بستگی ندارد.

د) ذرات پرتوی کاتدی دارای جرم می‌باشند.

ه) پرتوی کاتدی بسیار پرانرژی است.

فرض مدل تامسون این بود که تمامی جرم اتم تنها ناشی از جرم الکترون‌ها است و چون جرم

الکترون بسیار کوچک است (حدود $\frac{1}{2000}$ جرم سبک‌ترین اتم). بنابراین می‌بایست هر اتم حاوی تعداد بی‌شماری الکترون باشد تا جرم اتمی را تأمین کند.

گزینه‌ی «۱» پاسخ صحیح است.

با مراجعه به مثال ۳-۱ و شکل ۷-۱، پرتوهای آلفا و بتا به ترتیب به وسیله‌ی برگه‌ی کاغذی و صفحه‌ی آلومینیومی قابل جذب هستند.

در واکنش پرتوزایی، قسمتی از اتم به صورت پرتویی تجزیه و منتشر می‌شود و همچنین اتم عنصری به اتم عنصر دیگر تبدیل می‌شود. بنابراین پرتوزایی با اصل ۱ و ۳ نظریه‌ی دالتون در تناقض است.

گزینه‌ی «۴» پاسخ صحیح است.

آزمایش انحراف پرتوهای آلفای رادرفورد وجود هسته‌ی اتم را نشان می‌داد.

$$\frac{\text{قطر هسته}}{\text{قطر اتم}} = \frac{1.5 \times 10^{-13} \text{ cm}}{3 \times 10^{-8} \text{ cm}} = \frac{1 \text{ cm}}{x} \Rightarrow x = 2 \times 10^5 \text{ cm} = 2 \text{ Km}$$

(ب)

$$\times 100$$

$$\text{حجم اتم طلا} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times \left(\frac{3 \times 10^{-8}}{2} \right)^3 = 1,413 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم هسته‌ی طلا} = \frac{4}{3} \times 3,14 \left(\frac{1/5 \times 10 - 12}{2} \right)^3 = 1,786 \times 10^{-39} \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \frac{۱/۷۶۶ \times ۱۰^{-۳۹}}{۱/۴۱۳ \times ۱۰^{-۲۳}} \times ۱۰۰ = \% ۱/۲۵ \times ۱۰^{-۱۴}$$

= %, 120

١٠

$$\text{حجم ورقه} = 1 \text{ mm}^2 \times 0.004 \text{ mm} = 0.004 \text{ mm}^3 = 4 \times 10^{-9} \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم اتم طلا} = \frac{4}{3} \times 3.14 \times \left(\frac{3 \times 10^{-8}}{2} \right)^3 = 1.413 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم اتم} = \frac{\text{حجم طلا}}{\text{تعداد اتم‌های طلا}}$$

$$= 4 \times 10^{-6} \div 1,413 \times 10^{-12} = 2,831 \times 10^{11}$$

$$\text{حجم اتم} = \frac{4}{3} \times \pi \times 14 \times \left(\frac{1.5 \times 10^{-8}}{2} \right)^3 = 1.786 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم اتم کربن} \div \text{حجم ورقه} = \text{تعداد اتم های کربن}$$

$$= 4 \times 10^{-8} \div 1.176 \times 10^{-14} = 2,260 \times 10^{14}$$

۱۰

$$A = \pi r^2 = \pi \times 3.14 \times \left(\frac{10}{2} \right)^2 = 78.54 \text{ cm}^2$$

$$\text{مساحت مجموع هسته‌های طلا} = (2,831 \times 10^{11}) \times (7,64 \times 10^{-26}) = 2 \times 10^{-8}$$

$$= 4 \times 3,14 \times \left(\frac{6 \times 10^{-14}}{2} \right)^2 = 11,304 \times 10^{-28} \text{ cm}^2$$

$$= \text{مساحت مجموع هسته‌های کربن} = (2,265 \times 10^{18}) \times (2,826 \times 10^{-27}) = 2,56 \times 10^{-8}$$

بنابراین چون مساحت هسته های کربن بیشتر است میزان انحراف پرتوهای آلفا برای ورقه ای

گرافیت بیشتر از ورقه‌ی طلا است.

سوالات المپیادهای ایران

سوالات مرحله اول

نفوذپذیری کدام یک از پرتوهای زیر بیشتر است؟

(۱) پرتوی کاتندی

(۲) گاما

(۳) بتا

(۴) آلفا

«مرحله‌ی اول هجدهمین دوره و مرحله دوم هفدهمین دوره»

وجود هسته اتم با کدام آزمایش به اثبات رسید؟

(۱) آزمایش تامسون

(۲) آزمایش صفحه طلا (رادرفورد)

(۳) آزمایش اشعه‌ی کاتندی

(۴) آزمایش میلیکان

«مرحله‌ی اول ششمین دوره»

کدام یک از نتایج زیر مربوط به آزمایش رادرفورد است؟

(۱) جرم زیاد اتم از وجود تعداد بسیار زیادی الکترون در آن ناشی می‌شود.

(۲) بیشتر جرم اتم در هسته بسیار کوچکی متمرکز است.

(۳) اتم فضای خالی ندارد.

(۴) قطر اتم حدود 10^{-13} cm است.

«مرحله‌ی اول پانزدهمین دوره»

نوترون توسط کدام دانشمند کشف شد؟

(۱) چادویک

(۲) هائزی بکرل

(۳) بوهر

(۴) رادرفورد

«مرحله‌ی اول هشتادمین دوره»

در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد برابر است.

(۱) پروتون‌ها

(۲) لایه‌های الکترونی اتم

(۳) نوترون‌ها

(۴) اوربیتال‌های اتم

«مرحله‌ی اول هشتادمین دوره»

سوالات مرحله دوم

مقدار بار الکتریکی الکترون توسط کدام دانشمند اندازه‌گیری شد؟

- (۱) رابرت میلیکان (۲) جوزف تامسون (۳) ویلهلم رونگتن (۴) ارنست رادرفورد

«مرحله‌ی دوم پانزدهمین دوره»

رادرفورد به کمک کدام یک از مشاهدات خود توانست قطر اتم و قطر هسته‌ی اتم طلا را به

طور تقریبی محاسبه کند؟

- (۱) عبور و انحراف ذره‌های آلفا (α) از ورق نازک طلا
 (۲) انحراف پرتو کاتدی در میدان مغناطیسی
 (۳) انحراف پرتو کاتدی در میدان الکتریکی
 (۴) التهاب گاز درون لوله پرتو کاتدی

«مرحله‌ی اول نوزدهمین دوره»

پاسخ سؤالات المپیادهای ایران

 گزینه‌ی «۳» پاسخ صحیح است.

در بین تابش‌های فرآیند پروتوزایی، γ نفوذپذیرترین تابش است. نفوذپذیری پرتوی کاتدی در حد تابش β است.

 گزینه‌ی «۱» پاسخ صحیح است.

رادرفورد با انجام آزمایش انحراف پرتوهای α توانست وجود هسته‌ی اتم را اثبات کند.

 گزینه‌ی «۲» پاسخ صحیح است.

از نتایج آزمایش رادرفورد تمرکز جرم اتم در هسته بود. (بخش ۷-۱)

 گزینه‌ی «۴» پاسخ صحیح است.

وجود نوترون توسط چادویک به اثبات رسید. (بخش ۸-۱)

 گزینه‌ی «۲» پاسخ صحیح است.

برای ختنی بودن اتم می‌بایست تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر باشد.

 گزینه‌ی «۱» پاسخ صحیح است.

آزمایش میلیکان با انجام آزمایش قطرات روغن بار الکترون را محاسبه نمود.

 گزینه‌ی «۱» پاسخ صحیح است.

رادرفورد با انجام آزمایش انحراف پرتوهای α توانست قطر اتم و هسته‌ی طلا را محاسبه نماید.

تمرین

سوالات تستی

۱) تئوری اتمی دالتون شامل کدام یک از موارد زیر نیست؟

- (۱) عناصر تشکیل شده از ذرات نامرئی به نام اتم می‌باشند.
- (۲) اتم‌های عنصرهای مختلف خواص مقاومتی دارند.
- (۳) اتم‌ها با نسبت ثابتی با یکدیگر ترکیب می‌شوند.
- (۴) اتم‌ها با جاذبه‌ی الکتریکی با هم پیوند دارند.

«آمریکا ۱۹۸۸ با تغییر»

۲) پرتوهای کاتدی عبارتند از:

- (۱) دسته‌ای از ذرات با بار مثبت
- (۲) هسته‌ای اتم هلیم
- (۳) جریانی از الکترون‌ها
- (۴) نوترون‌های سریع

«آمریکا ۱۹۸۸»

۳) کشف هسته‌ی اتم به چه کسی نسبت داده می‌شود؟

- (۱) نیلز بوهر
- (۲) لویی دوبروی
- (۳) رابرت میلیکان
- (۴) ارنست رادرفورد

«آمریکا ۲۰۱۳»

۴) کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) بار الکتریکی، توسط رابرت میلیکان محاسبه شد.
- (۲) نسبت بار الکترون به جرم آن، توسط تامسون اندازه‌گیری شد.
- (۳) جیمز چادویک توانست مقدار بار هسته و عدد اتمی عنصرها را تعیین کند.
- (۴) ارنست رادرفورد، نشان داد که تابش‌های پرتوزا، خود شامل سه نوع تابش متمایزند.

۵) کدام مطلب درست است؟

- (۱) قطر اتم طلا حدود 10^5 برابر قطر هسته‌ی آن است.
- (۲) قدرت نفوذ سه جزء تشکیل دهنده‌ی تابش‌های پرتوزا، به ترتیب $\gamma > \beta > \alpha$ است.
- (۳) پرتوهای گاما، جریانی از الکترون‌های پر انرژی با قدرت نفوذ بسیار زیادند.
- (۴) ذره‌های آلفا و بتا در میدان الکتریکی، در یک جهت اما با زوایای مقاومت منحرف می‌شوند.

در نشر خود به خودی ذرهی بتا، عامل تولید الکترون‌های منتشر شده کدام است؟

(۱) هسته

(۲) لایه‌ی اول الکترونی

(۳) بیرونی‌ترین لایه‌ی اشغال شده توسط الکترون

(۴) هر لایه‌ی انتقامی در اتم

«آمریکا ۱۹۸۹ با تغییر»