



دانشگاه پیام نور

شیمی کاربردی فرش

دکتر سید محسن حاجی سید جوادى دکتر قاسم رضانژاد پردجى

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

یازده

پیشگفتار

۱	فصل اول: مفاهیم اساسی شیمی
۱	هدف کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۲	۱-۱ عناصر
۳	۲-۱ نماد شیمیایی
۳	۳-۱ اتم
۴	۴-۱ نظریه اتمی دالتون
۵	۵-۱ بارهای الکتریکی در یک اتم
۵	۶-۱ ساختمان اتم‌ها
۷	۷-۱ جرم اتمی
۸	۸-۱ عدد اتمی
۸	۹-۱ عدد جرمی
۹	۱۰-۱ مول
۱۰	۱۱-۱ عدد آوگادرو به عنوان عامل تبدیل
۱۱	۱۲-۱ مول‌های عناصر در یک ترکیب شیمیایی
۱۲	۱۳-۱ جرم مولی
۱۵	۱۴-۱ جدول تناوبی
۱۶	۱۵-۱ دوره‌ها و گروه‌ها
۱۸	۱۶-۱ فلزها، نافلزها (غیرفلزها) و شبه‌فلزها
۱۹	۱۷-۱ طیف اتمی
۲۰	۱۸-۱ ترازهای انرژی الکترون
۲۱	۱۹-۱ انتقال در تراز انرژی الکترونی

۲۲	۲۰-۱ آرایش الکترونی اتم‌ها
۲۲	۲۰-۱-۱ دوره اول
۲۳	۲۰-۱-۲ دوره دوم
۲۴	۲۰-۱-۳ دوره سوم
۲۴	۲۰-۱-۴ دوره چهارم
۲۵	۲۱-۱ شماره گروه و الکترون‌های ظرفیتی
۲۵	۲۲-۱ مدل الکترون نقطه‌ای
۲۶	۲۳-۱ اندازه اتمی
۲۸	۲۴-۱ اصل عدم قطعیت هایزنبرگ
۲۸	۲۵-۱ اوربیتال اتمی
۲۹	۲۶-۱ معادله موجی شرودینگر
۳۰	۲۷-۱ آرایش الکترونی اتم در اوربیتال‌ها
۳۰	۲۷-۱-۱ عدد کوانتومی اصلی (n)
۳۰	۲۷-۱-۲ عدد کوانتومی اوربیتالی (l)
۳۰	۲۷-۱-۳ عدد کوانتومی مغناطیسی (ml)
۳۱	۲۷-۱-۴ عدد کوانتومی اسپینی (ms)
۳۱	۲۸-۱ اصل طرد پائولی
۳۲	۲۹-۱ گنجایش الکترون‌ها در هر سطح
۳۳	۳۰-۱ قاعده هوند
۳۳	خلاصه فصل اول
۳۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

فصل دوم: پیوندهای شیمیایی

۳۵	هدف کلی
۳۵	هدف‌های یادگیری
۳۵	مقدمه
۳۷	۱-۲ یون‌های مثبت: از دست دادن الکترون‌ها
۳۸	۲-۲ یون‌های منفی: به دست آوردن الکترون
۴۰	۳-۲ تعیین بارهای یونی از شماره گروه‌ها
۴۱	۴-۲ نوشتن فرمول برای ترکیبات یونی
۴۲	۵-۲ فرمول شیمیایی ترکیبات یونی
۴۲	۶-۲ زیروند در فرمول‌نویسی
۴۳	۷-۲ نوشتن فرمول‌های یونی از بارهای یونی
۴۴	۸-۲ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی
۴۴	۹-۲ ترکیبات مولکولی: اشتراک‌گذاری الکترون
۴۴	۱-۹-۲ تشکیل مولکول هیدروژن
۴۵	۱۰-۲ مدل الکترون نقطه‌ای ترکیبات مولکولی

۴۶	۲-۱۰-۱ رسم مدل الکترون نقطه‌ای
۴۷	۲-۱۰-۲ استثناء در قاعده اکت
۴۸	۲-۱۱ پیوندهای دوگانه و سه‌گانه
۴۹	۲-۱۲ تشکیل پیوند سه‌گانه
۴۹	۲-۱۳ نام‌گذاری ترکیبات مولکولی
۵۰	۲-۱۴ الکترونگاتیوی
۵۱	۲-۱۵ قطبیت پیوندها
۵۲	۲-۱۶ ممان دوقطبی
۵۴	۲-۱۷ پیوند هیدروژنی
۵۴	۲-۱۸ اوربیتال مولکولی
۵۷	خلاصه فصل دوم
۵۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۵۹	فصل سوم: جامدات، مایعات و محلول‌ها
۵۹	هدف کلی
۵۹	هدف‌های یادگیری
۵۹	مقدمه
۶۰	۳-۱ حالت و خواص ماده
۶۱	۳-۲ خواص فیزیکی و تغییرات فیزیکی
۶۲	۳-۳ خواص شیمیایی و تغییرات شیمیایی
۶۳	۳-۴ انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل
۶۳	۳-۵ نقطه ذوب و انجماد
۶۴	۳-۶ تبخیر، جوش، چگالش (میعان) و فشار بخار
۶۵	۳-۷ فشاربخار جامدات
۶۶	۳-۸ محلول‌ها
۶۷	۳-۹ انواع محلول‌ها و حلال‌ها
۶۷	۳-۱۰ آب به‌عنوان یک حلال
۶۸	۳-۱۱ تشکیل محلول
۶۸	۳-۱۲ محلول‌هایی با حل‌شونده‌های یونی و قطبی
۷۰	۳-۱۳ محلول‌هایی با حل‌شونده‌های غیرقطبی
۷۰	خلاصه فصل سوم
۷۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۷۳	فصل چهارم: معرفی اسید-باز و مشخصات پلیمرها
۷۳	هدف کلی
۷۳	هدف‌های یادگیری
۷۳	مقدمه

۷۴	۱-۴ اسید
۷۵	۲-۴ نام گذاری اسیدها
۷۵	۳-۴ بازها
۷۶	۴-۴ اسید و باز برونستد-لوری
۷۸	۵-۴ نظریه لوئیس
۷۸	۶-۴ اسید و باز مزدوج
۸۰	۷-۴ آمفوتر
۸۰	۸-۴ هیدرولیز
۸۱	۹-۴ مقیاس pH
۸۱	۱۰-۴ بافر
۸۴	۱۱-۴ زنگ آهن
۸۷	۱۲-۴ تیتراسیون
۸۸	۱۳-۴ الکترولیت ها و غیرالکترولیت ها
۸۹	۱۴-۴ انواع الکترولیت ها
۹۱	۱۵-۴ سختی آب
۹۲	۱۶-۴ اندازه گیری درجه سختی آب
۹۳	۱۷-۴ اهمیت آب در رنگرزی
۹۴	۱۸-۴ پلیمرها
۹۴	۱۹-۴ طبقه بندی عمومی پلیمرها
۹۵	۲۰-۴ بسپارش رادیکالی
۹۸	۲۱-۴ هم بسپارها
۱۰۰	۲۲-۴ وزن مولکولی
۱۰۱	۲۳-۴ میانگین عددی وزن مولکولی (Mn)
۱۰۱	۲۴-۴ میانگین وزنی وزن مولکول (Mw)
۱۰۲	۲۵-۴ میانگین وزن مولکولی بر اساس ویسکوزیته
۱۰۲	۲۶-۴ توزیع
۱۰۴	۲۷-۴ تاریخچه مختصر رنگ ها
۱۰۵	۲۸-۴ طبقه بندی رنگ ها
۱۰۵	۲۹-۴ طبقه بندی رنگ ها بر اساس ساختار شیمیایی آن ها
۱۰۹	۳۰-۴ طبقه بندی رنگ ها بر اساس روش مصرف آن ها
۱۱۱	۳۱-۴ رنگ دانه های آلی
۱۱۲	۳۲-۴ استفاده از رنگ های طبیعی در فرش بافی
۱۱۵	خلاصه فصل چهارم
۱۱۵	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم
۱۱۷	فصل پنجم: مباحث آزمایشگاهی
۱۱۷	هدف کلی

۱۱۷	هدف‌های یادگیری
۱۱۷	مقدمه
۱۱۸	۵-۱ دستگاه‌ها و وسایل مختلف آزمایشگاه
۱۱۸	۵-۱-۱ لوله آزمایشگاه
۱۱۸	۵-۱-۲ قفسه لوله آزمایش
۱۱۹	۵-۱-۳ بشر
۱۱۹	۵-۱-۴ ارلن ساده
۱۲۰	۵-۱-۵ کاغذ صافی
۱۲۰	۵-۱-۶ قیف شیشه‌ای
۱۲۱	۵-۱-۷ قیف بوختر
۱۲۱	۵-۱-۸ ارلن خلا
۱۲۲	۵-۱-۹ شیشه ساعت
۱۲۲	۵-۱-۱۰ استوانه مدرج
۱۲۳	۵-۱-۱۱ قیف جداکننده
۱۲۳	۵-۱-۱۲ پیپت
۱۲۴	۵-۱-۱۳ بورت
۱۲۴	۵-۱-۱۴ پیست (آبفشان)
۱۲۵	۵-۱-۱۵ چراغ شعله (بونزن)
۱۲۵	۵-۱-۱۶ بوته چینی
۱۲۶	۵-۱-۱۷ هاون چینی
۱۲۶	۵-۱-۱۸ اسپاتول
۱۲۶	۵-۱-۱۹ لوله شوی
۱۲۷	۵-۱-۲۰ چوب پنبه
۱۲۷	۵-۱-۲۱ همزن میله‌ای
۱۲۸	۵-۱-۲۲ گیره لوله آزمایشگاه
۱۲۸	۵-۱-۲۳ توری نسوز
۱۲۸	۵-۱-۲۴ ترازو
۱۲۹	۵-۱-۲۵ بالن شیشه‌ای
۱۲۹	۵-۱-۲۶ قطره‌چکان
۱۲۹	۵-۱-۲۷ مبرد (خنک‌کننده)
۱۳۰	۵-۱-۲۸ سه پایه
۱۳۰	۵-۲ محلول‌سازی
۱۳۴	۵-۳ تقطیر
۱۳۴	۵-۳-۱ تقطیر ساده
۱۳۵	۵-۳-۲ تقطیر ساده آب و اتانول
۱۳۵	۵-۴ تیتراسیون اسید و باز

۱۳۸	۵-۵ سختی آب
۱۳۹	۵-۵-۱ تعیین و محاسبه سختی آب
۱۴۰	۵-۵-۲ اندازه‌گیری سختی دائم
۱۴۱	۵-۵-۳ اندازه‌گیری سختی موقت
۱۴۲	۵-۶ تیتراسیون اکسایش و احیا
۱۴۴	خلاصه فصل پنجم
۱۴۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۴۶	پاسخنامه
۱۴۷	منابع

پیشگفتار

حمد و سپاس بیکران خداوند بزرگ و بی‌همتا که به ما توفیق داد تا کتاب حاضر را به رشته تحریر دریاوریم و در مسیر پرافتخار علمی میهن عزیزمان، گامی هرچند کوچک را برداریم. تمام تلاش ما براین بوده است تا کتابی باکیفیت مطلوب تهیه شود، در یک نگاه کلی، شیمی شاخه‌ای از علم است که به بررسی اتم‌ها و ترکیب‌های ساخته‌شده از آن‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها، شناسایی آن‌ها، اصول حاکم بر واکنش‌های آن‌ها، ساختار شیمیایی، خواص و رفتار مواد و همچنین تغییراتی که یک ماده در حین انجام یک واکنش با مواد دیگر از خود بروز می‌دهد، می‌پردازد. این علم ازجمله علوم پایه می‌باشد که زیربنای بسیاری از رشته‌های دیگر و صنعت می‌باشد. بنابراین آموختن مسائل زیربنایی و اساسی این علم، نیاز مبرم دانشجویان بسیاری از رشته‌های کاربردی مانند گروه هنرهای کاربردی (فرش، هنرهای اسلامی و صنایع دستی) می‌باشد. در این راستا، در این کتاب بسیاری از مفاهیم اساسی و بنیادی در شیمی عمومی مطرح می‌شوند و تلاش شده است که از پیچیدگی موضوع اجتناب شود.

فلسفه تألیف این کتاب بر پایه شناخت مباحث کارکردی و کاربردی برای دانشجویان گروه هنرهای کاربردی در حوزه مباحث آزمایشگاهی از قبیل تشخیص اسید و باز توسط شناساگرها، محلول‌سازی، آشنایی با ابزار و لوازم آزمایشگاهی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها، تیتراسیون، تقطیر و تعیین سختی آب و ... بوده است. این کتاب در قالب پنج فصل، خدمت دانشجویان و استادان محترم تقدیم می‌شود و امیدواریم که رضایت خاطر عزیزان را فراهم کرده باشیم.

در پایان، از تمامی عزیزانی که ما را در تهیه این کتاب به هر نحوی یاری رساندند، به ویژه ریاست محترم بخش هنر و معماری جناب آقای دکتر طبرسا و سرکار خانم دکتر الهه شهزاد ویراستار علمی محترم و همچنین سرکار خانم زینب حیدری عراقی کارشناس کتب بخش هنر و معماری و جناب آقای مهندس فرنیاء معاون محترم دفتر تدوین و تولید کتب درسی دانشگاه پیام نور کمال تشکر و قدردانی داریم.

قاسم رضائزاد سید محسن حاجی سید جوادى

فصل اول

مفاهیم اساسی شیمی

هدف کلی

پس از مطالعه این فصل دانشجو باید درباره عنصر، اتم و ساختمان اتم، ترازهای انرژی الکترون، جدول تناوبی و اوربیتال اتمی اطلاعات کافی کسب کرده و در موارد ضرورت آرایش الکترونی اتم‌ها را رسم کند.

هدف‌های یادگیری

پس از پایان این فصل، از دانشجو انتظار می‌رود توانایی‌های زیر را داشته باشد:

۱. عناصر و اتم‌ها را تشخیص دهد.
۲. مفهوم مول و عدد آووگادرو را تشخیص و توضیح دهد.
۳. نظریه اتمی دالتون را توضیح دهد.
۴. با جدول تناوبی، فلزها و نافلزها آشنا شود.
۵. آرایش الکترونی اتم‌ها را رسم کند.
۶. نحوه قرار گرفتن الکترون‌ها در اوربیتال اتمی را بیان کند.

مقدمه

شیمی مطالعه ترکیب، ساختار، خواص و واکنش‌های یک ماده است. ماده یک عبارت دیگری است برای همه موادی که جهان پیرامون ما را تشکیل می‌دهند. شاید شما این

تصور را داشته باشید که شیمی تنها در یک آزمایشگاه رخ می‌دهد، جایی که یک شیمیدان با روکش سفید و عینک آزمایشگاه در حال کار کردن می‌باشد. درواقع، شیمی هر روز در اطراف ما اتفاق می‌افتد و روی هر چیزی که شما استفاده می‌کنید و یا انجام می‌دهید تأثیر می‌گذارد. شما در حال انجام دادن علم شیمی هستید زمانی که غذا را درست می‌کنید، سفیدکننده را به ماشین لباس‌شویی اضافه می‌کنید و یا در حال روشن کردن ماشین هستید. وقتی که یک قرص جوشان را در آب می‌اندازیم، درواقع یک واکنش شیمیایی رخ داده هست. گیاهان به سبب واکنش‌های شیمیایی است که کربن دی‌اکسید، آب و انرژی را به کربوهیدرات تبدیل می‌کنند و رشد می‌کنند. وقتی که غذا می‌خورید و سپس غذا به موادی که برای انرژی و سلامت نیاز دارید، تجزیه می‌شود، یک واکنش شیمیایی اتفاق می‌افتد.

۱-۱ عناصر

همه مواد از عناصر تشکیل می‌شوند، که ۱۱۸ نوع می‌باشند. از این تعداد، ۸۸ عنصر در طبیعت وجود دارد و تمام مواد جهان ما را می‌سازند. از قبل بسیاری از عناصر برای شما آشنا هستند. ممکن است شما از آلومینیوم به عنوان فویل استفاده کنید و یا نوشیدنی‌هایی که در قوطی‌های آلومینیومی وجود دارند را بنوشید. ممکن است که شما حلقه و یا گردنبندی از طلا، نقره و یا حتی پلاتینیم داشته باشید. اگر شما تنیس یا گلف بازی می‌کنید، ممکن است که متوجه شده باشید که راکت و چماق ممکن است از عناصری از جنس تیتانیوم و یا کربن ساخته شده باشند. در بدن ما، کلسیم و فسفر ساختار استخوان و دندان را تشکیل می‌دهند. آهن و مس برای تشکیل سلول‌های قرمز خونی موردنیاز هستند و برای عملکرد مناسب تیروئید، ید موردنیاز هست.

عناصر مواد خالصی هستند که تنها از یک اتم ساخته شده‌اند و نمی‌توانند به مواد ساده‌تری تبدیل شوند. در طول قرن‌ها از سیارات، چهره‌های اسطوره‌ای، رنگ‌ها، مواد معدنی، مکان‌های جغرافیایی و افراد مشهور برای نام‌گذاری عناصر استفاده شده است (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱. نام، نماد و ریشه نام‌گذاری برخی از عناصر

منبع نام‌گذاری	نماد	عنصر
سیاره اورانوس	U	اورانیوم
شهر کالیفرنیا	Cf	کالیفرنیم
ماری و پری کوری	Cm	کوریوم

۱-۲ نماد شیمیایی

نمادهای شیمیایی مخفف یک یا دو حرف برای اسامی عناصر هستند. تنها اولین حرف نماد یک عنصر به صورت حرف بزرگ انگلیسی نوشته می‌شود. اگر دومین حرف یک نماد کوچک باشد، ما می‌فهمیم که یک عنصر را نشان می‌دهد و اگر دومین حرف هم بزرگ بود بیانگر نماد دو عنصر مختلف هست. به عنوان مثال، عنصر کبالت دارای نماد Co می‌باشد. اما دو حروف بزرگ CO بیانگر دو عنصر هست، کربن (C) و اکسیژن (O). اگرچه اکثر نمادها از حروف نام‌های رایج عناصر گرفته شده است، اما بعضی از نمادها از نام لاتین عناصر گرفته شده است. به عنوان مثال Na، که نماد سدیم می‌باشد از کلمه لاتین (Natrium) گرفته شده است. نماد آهن، Fe می‌باشد که از کلمه لاتین (Ferrum) گرفته شده است. در جدول زیر نماد برخی از عناصر رایج آورده شده است (جدول ۱-۲).

خودآزمایی: نماد شیمیایی عناصر زیر را بنویسید.

الف) نیکل	ب) نیتروژن	پ) نئون
جواب: الف) Ni	ب) N	پ) Ne

۱-۳ اتم

همه عناصری که تاکنون با آن آشنا شده‌ایم از اتم‌ها ساخته شده‌اند. یک اتم کوچک‌ترین عضو یک عنصر می‌باشد که ویژگی‌های آن عنصر را حفظ می‌کند. تصور کنید که شما در حال پاره کردن یک تکه فویل آلومینیوم به قطعات کوچک‌تر و کوچک‌تر هستید. اکنون باز هم تصور کنید که یک میکروسکوپ دارید و قطعه آن‌قدر کوچک می‌شود که دیگر قابل تقسیم نیست. حالا دیگر شما یک اتم آلومینیوم دارید. اگرچه فلاسفه یونان

در حدود ۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح استدلال می کردند که همه چیز دارای ذرات ریزی است که آن ها اتموس می نامیدند، اما ایده اتم ها تا سال ۱۸۰۸ به صورت تئوری علمی بیان نشده بود. سپس جان دالتون یک نظریه اتمی ارائه داد که بیان می کرد اتم ها خواص ترکیبات متشکل از آن ها را تعیین می کنند.

جدول ۱-۲. نماد شیمیایی عناصر رایج

H	نماد شیمیایی هیدروژن	Na	نماد شیمیایی سدیم
He	نماد شیمیایی هلیوم	Mg	نماد شیمیایی منیزیم
Li	نماد شیمیایی لیتیم	Al	نماد شیمیایی آلومینیم
Be	نماد شیمیایی بeryلیوم	Si	نماد شیمیایی سیلیسیم
B	نماد شیمیایی بور	P	نماد شیمیایی فسفر
C	نماد شیمیایی کربن	S	نماد شیمیایی گوگرد
N	نماد شیمیایی نیتروژن	Cl	نماد شیمیایی کلر
O	نماد شیمیایی اکسیژن	Ar	نماد شیمیایی آرگون
F	نماد شیمیایی فلوئور	K	نماد شیمیایی پتاسیم
Ne	نماد شیمیایی نئون	Ca	نماد شیمیایی کلسیم
Fe	نماد شیمیایی آهن	Cr	نماد شیمیایی کروم
Co	نماد شیمیایی کبالت	Mn	نماد شیمیایی منگنز
Ni	نماد شیمیایی نیکل	Sn	نماد شیمیایی قلع
Cu	نماد شیمیایی مس	I	نماد شیمیایی ید
Zn	نماد شیمیایی روی	Ba	نماد شیمیایی باریم
Br	نماد شیمیایی برم	Au	نماد شیمیایی طلا
Kr	نماد شیمیایی کریپتون	Hg	نماد شیمیایی جیوه
Ag	نماد شیمیایی نقره	Pb	نماد شیمیایی سرب
W	نماد شیمیایی تنگستن	U	نماد شیمیایی اورانیوم
Pt	نماد شیمیایی پلاتین	Xe	نماد شیمیایی زنون

۱-۴ نظریه اتمی دالتون

۱. همه مواد از اجزای ریزی که اتم نامیده می شود، ساخته شده اند.
۲. همه اتم های یک عنصر مشابه هستند و با اتم های عنصرهای دیگر فرق می کنند.
۳. اتم های عنصرهای مختلف به هم متصل می شوند و ترکیبات را به وجود می آورند.
۴. در یک واکنش شیمیایی، اتم ها نه به وجود می آیند و نه از بین می روند.

اگرچه نظریه اتمی دالتون پایه و اساس نظریه اتمی امروزی را شکل داده است، اما دانشمندان شیمی بعضی از عبارتهای دالتون را اصلاح کرده‌اند. اکنون می‌دانیم که اتم‌های یک عنصر به‌طور کامل با یکدیگر یکسان نیستند و از ذرات کوچک‌تر تشکیل شده‌اند. اما هنوز هم یک اتم کوچک‌ترین جزئی است که خواص یک عنصر را حفظ می‌کند [۱].

۵-۱ بارهای الکتریکی در یک اتم

در اواخر دهه ۱۸۰۰، آزمایش‌هایی در مورد الکتریسیته نشان داد که اتم‌ها به‌صورت کره‌های جامد نیستند. آن‌ها از اجزای کوچک‌تر ماده تشکیل شده‌اند که ذرات ریز اتمی نامیده می‌شوند که الکترون، پروتون و نوترون سه جزء از این ذرات می‌باشند. دو جزء از این ذرات زود کشف شدند زیرا که دارای بارهای الکتریکی هستند. یک بار الکتریکی می‌تواند مثبت و یا منفی باشد. آزمایش‌ها نشان داد که بارهای همنام همدیگر را دفع می‌کنند و بارهای غیرهمنام باعث جذب یکدیگر می‌شوند. وقتی که شما موهای خود را شانه می‌کنید، بارهای الکتریکی همنام، هم بر روی شانه و هم در موی خود ایجاد می‌کنید.



شکل ۱-۱. جاذبه بارهای ناهمنام و دافعه بارهای همنام

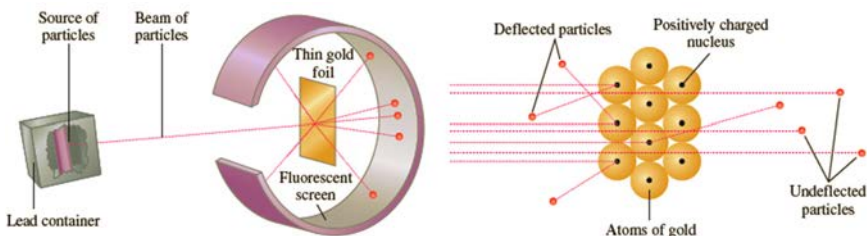
۶-۱ ساختمان اتم‌ها

نظریه اتمی دالتون برای سؤال‌های مبرم هیچ پاسخی نداشت. به‌عنوان مثال، یک اتم از چه چیزی ساخته شده است؟ دالتون هم برای این سؤال هیچ پاسخی نداشت و تقریباً یک قرن بعد با آزمایشاتی که توسط تامسون فیزیکدان انگلیسی انجام گرفت، سرنخ‌هایی به‌دست آمد. تامسون با استفاده از الکتریسیته در یک لوله شیشه‌ای پرتوهای کاتدی را تولید. از آنجایی که پرتوها جذب الکترودهایی با بار مثبت می‌شدند، تامسون پی برد که اجزای موجود در این پرتو باید دارای بار منفی باشند. در آزمایش‌های بیشتر، این اجزا را الکترون نامیدند و پی بردند که خیلی کوچک‌تر از اتم است و همچنین

دارای جرم بسیار کمی می‌باشند. از آنجایی که اتم‌ها خنثی می‌باشند، دانشمندان فهمیدند که اتم‌ها باید در کنار الکترون، دارای اجزایی با بار مثبت باشند و آن را پروتون نامیدند که بسیار سنگین‌تر از الکترون‌ها هستند.

حالا که تامسون ثابت کرده بود که الکترون یک ذره زیر اتمی است، باید موقعیت الکترون را در اتم بیان می‌کرد.

تامسون مدل کیک کشمش را برای یک اتم ارائه داد که در آن الکترون‌ها و پروتون‌ها به‌طور تصادفی در یک فضای ابرگونه‌ای با بار مثبت پراکنده شده‌اند، مانند دانه‌های کشمش در یک کیک. در سال ۱۹۱۱، ارنست رادرفورد با تامسون برای تست این مدل کار می‌کرد. در آزمایش رادرفورد، ورقه نازکی از طلا با ذراتی با بار مثبت بمباران شدند. اگر مدل اتمی تامسون درست باشد، ذرات باید با کمترین میزان انحراف از ورقه طلا عبور کنند. رادرفورد بسیار شگفت‌زده شد و متوجه شد که بعضی از ذرات هنگام عبور از ورقه طلا منحرف می‌شوند و شمار کمی از ذرات با مقدار زیادی انحراف به عقب برمی‌گردند. او بیان کرد که این عمل مثل این می‌ماند که یک گلوله توپ را با سرعت زیادی به سمت یک برگه دستمال کاغذی شلیک کنید و آن گلوله به عقب برگردد و به شما برخورد کند. از آزمایش ورقه طلا، رادرفورد فهمید که پروتون‌ها در یک ناحیه کوچک با بار مثبت در مرکز اتم احاطه شده‌اند، که این ناحیه را هسته نامید. همچنین رادرفورد بیان کرد که الکترون‌ها با سرعت بسیار زیاد در اطراف هسته در حال گردش هستند. او همچنین بیان کرد که اگر یک اتم به اندازه استادیوم فوتبال باشد، هسته در حدود یک توپ گلف است که در وسط میدان قرار دارد. در شکل زیر آزمایش رادرفورد را مشاهده می‌کنید (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲. آزمایش رادرفورد برای تعیین موقعیت پروتون‌ها در هسته

دانشمندان می‌دانستند که هسته بسیار سنگین‌تر از جرم پروتون‌ها است، بنابراین آن‌ها در جستجوی یک ذره زیر اتمی دیگر بودند. سرانجام آن‌ها فهمیدند که هسته

دارای یک ذره خنثی می باشد و آن را نوترون نامیدند. بنابراین جرم پروتون و نوترون در هسته، جرم اتم را معین می کند.

۱-۷ جرم اتمی

همه ذرات زیر اتمی در مقایسه با چیزهایی که ما در پیرامون خود مشاهده می کنیم بسیار کوچک هستند. یک پروتون دارای جرم 1.67×10^{-24} میلی گرم می باشد و جرم نوترون هم به همین مقدار می باشد. اما الکترون دارای جرم 9.11×10^{-28} میلی گرم می باشد که بسیار سبک تر از جرم پروتون و نوترون می باشد. از آنجایی که ذرات زیر اتمی بسیار کوچک هستند، بر اساس یک توافق بین المللی دانشمندان از واحد جرم اتمی (amu) استفاده می کنند. یک amu برابر است با یک دوازدهم جرم کربن که هسته آن دارای ۶ پروتون و ۶ نوترون می باشد. در زیست شناسی، واحد جرم اتمی را به افتخار جان دالتون، دالتون (Da) می نامند. جرم یک پروتون و یک نوترون برابر با ۱ amu می باشد. از آنجایی که جرم الکترون بسیار کوچک می باشد، معمولاً در محاسبات جرم اتمی نادیده گرفته می شود. در جدول زیر برخی اطلاعات پیرامون ذرات زیر اتمی در یک اتم آورده شده است (جدول ۱-۳).

جدول ۱-۳. ذرات زیر اتمی در اتم ها

نام ذره	نماد	بار الکتریکی	جرم (amu)	مکان
پروتون	p یا p ⁺	۱+	۱/۰۰۷	هسته
نوترون	n یا n ^o	۰	۱/۰۰۸	هسته
الکترون	e ⁻	۱-	۰/۰۰۰۵۵	بیرون هسته

همیشه اتم های یک عنصر، تعداد پروتون های یکسانی دارند. این ویژگی باعث وجه تمایز اتم های یک عنصر با اتم های عناصر دیگر می شود.

خودآزمایی: با توجه به اطلاعات داده شده، مشخص کنید که هر کدام متعلق به کدام ذره زیر اتمی می باشد.

الف) فاقد بار الکتریکی

ب) دارای جرم ۰/۰۰۰۵۵ amu (پ) جرم آن برابر جرم نوترون

جواب: الف) نوترون ب) الکترون پ) پروتون

۸-۱ عدد اتمی

عدد اتمی یک عنصر برابر است با تعداد پروتون‌های موجود در اتم همان عنصر. عدد اتمی در بالای نماد هر عنصر نشان داده می‌شود. ما از عدد اتمی برای شناسایی تعداد پروتون‌ها در یک اتم در هر عنصر استفاده می‌کنیم. به عنوان نمونه اتم لیتیوم با عدد اتمی ۳، دارای ۳ پروتون هست. هر اتم لیتیوم فقط دارای ۳ پروتون هست. بنابراین هر اتم با ۳ پروتون همیشه اتم لیتیوم هست.

$$\text{عدد اتمی} = \text{تعداد پروتون‌ها در یک اتم}$$

یک اتم از نظر الکتریکی خنثی می‌باشد. این بدان معنی است که تعداد پروتون‌ها در یک اتم با تعداد الکترون‌ها برابر است. بنابراین در هر اتم، عدد اتمی علاوه بر تعداد پروتون‌ها، تعداد الکترون‌ها نیز نشان می‌دهد.

۹-۱ عدد جرمی

ما اکنون می‌دانیم که پروتون‌ها و نوترون‌ها جرم هسته را تعیین می‌کنند. بنابراین، برای تک اتم، ما عدد جرمی را معرفی می‌کنیم که برابر است با مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در همان هسته. اما عدد جرمی در جدول تناوبی نشان داده نمی‌شود، زیرا عدد جرمی فقط برای تک اتم‌ها به کار می‌رود.

$$\text{عدد جرمی} = \text{تعداد پروتون‌ها} + \text{تعداد نوترون‌ها}$$

به عنوان مثال، هسته تک اتم اکسیژن دارای ۸ پروتون و ۸ نوترون می‌باشد که عدد جرمی آن برابر ۱۶ هست. یک اتم آهن که دارای ۲۶ پروتون و ۳۲ نوترون است، عدد جرمی آن برابر ۵۸ می‌باشد.

اگر به ما عدد جرمی یک اتم و عدد اتمی آن را بدهند، ما می‌توانیم تعداد نوترون‌های موجود در هسته را محاسبه کنیم.

$$\text{تعداد نوترون‌ها در یک هسته} = \text{تعداد پروتون‌ها} - \text{عدد جرمی}$$

به عنوان مثال، اگر عدد جرمی کلر برابر ۳۷ و عدد اتمی آن برابر ۱۷ باشد، تعداد نوترون‌های موجود در هسته برابر است با:

$$۲۰ = (۳۷ - ۱۷) \text{ (عدد جرمی)} = \text{تعداد نوترون‌ها}$$

در جدول زیر ارتباط بین عدد اتمی، عدد جرمی و تعداد پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها در نمونه‌هایی از تک اتم‌ها برای عناصر مختلف آورده شده است (جدول ۱-۴).

جدول ۱-۴. اطلاعات برخی از اتم‌های عناصر مختلف

عنصر	نماد	عدد اتمی	عدد جرمی	تعداد پروتون‌ها	تعداد نوترون‌ها	تعداد الکترون‌ها
هیدروژن	H	۱	۱	۱	۰	۱
نیتروژن	N	۷	۱۴	۷	۷	۷
اکسیژن	O	۸	۱۶	۸	۸	۸
کلر	Cl	۱۷	۳۷	۱۷	۲۰	۱۷
آهن	Fe	۲۶	۵۸	۲۶	۳۲	۲۶

۱-۱۰ مول

در یک مغازه بقالی، تخم‌مرغ را به‌صورت شانه و نوشابه را به‌صورت شل خریداری می‌کنید. هم‌چنین در یک مغازه لوازم تحریری، کاغذ A_۴ را به‌صورت بسته خریداری می‌کنید. اصطلاح شانه، شل و بسته برای شمارش تعداد اقلام موجود استفاده می‌شود. برای نمونه، هنگامی که شما یک بسته کاغذ A_۴ خریداری می‌کنید، می‌دانید که در هر بسته ۵۰۰ عدد کاغذ وجود دارد. در شیمی اجزائی مانند اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها توسط مول شمارش می‌شوند، که شامل 6.02×10^{23} از آن ماده می‌باشد. این عدد را به‌عنوان عدد آووگادرو که توسط دانشمند ایتالیایی به اسم آووگادرو پیشنهاد شد، شناخته می‌شود. عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است، زیرا اتم‌ها آن‌قدر کوچک هستند که تعداد بی‌شماری اتم لازم است تا به‌اندازه کافی وزن داشته باشند تا در یک واکنش شیمیایی استفاده شوند. درواقع یک مول از هر ذره به تعداد عدد آووگادرو از آن ماده هست. مثلاً یک مول مداد یعنی 6.02×10^{23} عدد مداد و یا یک مول صندلی یعنی 6.02×10^{23} عدد صندلی. یک مول از هر عنصر حاوی 6.02×10^{23} اتم از آن عنصر می‌باشد. به‌عنوان نمونه، یک مول اتم کربن شامل 6.02×10^{23} اتم کربن می‌باشد، یک مول گوگرد شامل 6.02×10^{23} اتم گوگرد می‌باشد و یا یک مول CO₂ حاوی 6.02×10^{23} از مولکول CO₂ می‌باشد. برای درک بهتر این موضوع، اگر به تعداد یک مول، سکه ۵۰ ریالی روی هم بچینید ارتفاع سکه‌ها

تا کجا خواهد رفت؟ شاید جواب شما این باشد که به اندازه یک برج ۱۰۰ طبقه و یا تا کمره ماه. اما نه، جواب درست تا انتهای دیگر کهکشان راه شیری است.

6.02×10^{23} از اتم‌های آن عنصر = یک مول از یک عنصر

ما از عدد آووگادرو به عنوان یک عامل برای تبدیل مول‌های یک ماده به تعداد اجزای آن ماده استفاده می‌کنیم.

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}}{1 \text{ mol}} \quad \text{و} \quad \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}}$$

برای نمونه ما از عدد آووگادرو برای تبدیل ۴ مول گوگرد به اتم‌های گوگرد استفاده می‌کنیم.

$$4.00 \text{ moles S} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms S}}{1 \text{ mole S}} = 2.41 \times 10^{24} \text{ atoms of S}$$

۱-۱۱ عدد آووگادرو به عنوان عامل تبدیل

همچنین ما از عدد آووگادرو برای تبدیل 3.01×10^{24} مولکول CO_2 به مول CO_2 استفاده می‌کنیم.

$$3.01 \times 10^{24} \text{ molecules CO}_2 \times \frac{1 \text{ mole CO}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules CO}_2} = 5.00 \text{ moles of CO}_2$$

خودآزمایی: چه تعداد مولکول در ۱٫۷۵ مول کربن دی‌اکسید (CO_2) وجود دارد؟
جواب: در صورت مسئله، تعداد مولکول‌های موجود در ۱٫۷۵ مول کربن دی‌اکسید را خواسته است. ابتدا عامل تبدیل آووگادرو را می‌نویسیم.

$$\frac{1 \text{ mole of CO}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules CO}_2} = 6.02 \times 10^{23} \text{ molecules of CO}_2$$

and

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules CO}_2}{1 \text{ mole CO}_2}$$

سپس از این عامل برای محاسبه تعداد مولکول‌های کربن دی‌اکسید استفاده می‌کنیم.

$$1.75 \text{ moles CO}_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules CO}_2}{1 \text{ mole CO}_2} = 1.05 \times 10^{24} \text{ molecules of CO}_2$$