شیمی عمومی ۱

GENERAL CHEMISTRY 1

مولف:
سید رضا شفیعی

Cover Designed By IranPuyesh

ایران پویش

سامانه علمی، پژوهشی، آموزشی و مشاوره ای

مرجع تالیف و گرد آوری محتوای آموزشی، جزوات
و نمونه سؤالات دانشگاه های برتر کشور

ارائه دهنده خدمات پژوهشی به اساتید و دانشجویان

وبسایت: iranpuyesh.ir

ایمیل: support@iranpuyesh.ir

تلگرام پشتیبانی علمی: @IranPuyesh_Support

Iran Puyesh

شیمی عمومی 1

General Chemistry 1

فهرست

عنوان **صفحه**

پیشگفتار..... ۱

فصل اول ساختمان اتم..... ۲

۱-۱- نتیجه تجربیات دالتون..... ۳

۱- ۱-۱- ذرات بنیادی اتم..... ۳

۱-۲- لامپ اشعه ی کاتدیک و کشف الکترون..... ۳

۱-۳- خصوصیات اشعه ی کاتدیک..... ۴

۱-۴- آزمایش تامسون و تعیین e/m الکترون (اشعه ی کاتدیک)..... ۵

۱-۵- آزمایش میلیکان..... ۶

۱-۶- کشف پروتون..... ۶

۱-۷- خصوصیات اشعه ی کانالی..... ۷

۱-۸- کشف نوترون..... ۷

۱-۹- رادیو اکتیویته..... ۸

۱-۱۰- مدل اتمی تامسون..... ۹

۱-۱۱- آزمایش رادرفورد..... ۹

۱-۱۲- ضعف مدل اتمی رادرفورد..... ۱۰

۱-۱۳- نشانه های اتمی..... ۱۱

۱-۱۴- ایزوتوپ، ایزوبار..... ۱۱

۱-۱۴-۱- ایزوتوپ..... ۱۱

۱-۱۴-۲- ایزوبار..... ۱۱
۱-۱۵- جرم اتمی متوسط یک عنصر..... ۱۲
۱-۱۶- تابش الکترومغناطیسی..... ۱۳
۱-۱۷- اثر فتوالکتریک..... ۱۴
۱-۱۸- فرضیه ی کوآنتومی پلانک..... ۱۵
۱-۱۸-۱- منظور از طیف خطی..... ۱۵
۱-۱۹- طیف اتمی..... ۱۶
۱-۱۹-۱- مدل اتمی بوهر..... ۱۷
۱-۱۹-۲- فرضیه های بوهر..... ۱۷
۱-۱۹-۳- نقل و انتقالات الکترون بر اساس مدل بوهر..... ۱۸
۱-۲۰- آزمایش موزلی و عدد اتمی..... ۱۹
۱-۲۱- ماهیت دو گانه الکترون..... ۲۰
۱-۲۱-۱- طیف خطی سیم گیتار..... ۲۱
۱-۲۱-۲- اصل عدم قطعیت..... ۲۲
۱-۲۱-۳- مکانیک موجی ـ معادله شرودینگر..... ۲۲
۱-۲۲- ذره در جعبه..... ۲۳
۱-۲۲-۱- نتایج مهم ذره در جعبه..... ۲۳
۱-۲۳- اعداد کوآنتومی..... ۲۴
۱-۲۴- اصل آفبا..... ۲۷
۱-۲۵- قانون هوند..... ۲۷

۱-۲۷- اصل طرد پائولی..... ۲۷
۱-۲۷- اوربیتال های نیمه پر و آرایش الکترونی پایدار..... ۲۸
۱-۲۸- آرایش الکترونی عناصر و جدول تناوبی..... ۲۹
۱-۲۹- انرژی یونیزاسیون..... ۲۹
۱-۳۰- الکترون خواهی و الکترونگاتیویته..... ۳۰
۱-۳۰-۱- الکترون خواهی (الکتروآفینیته)..... ۳۰
۱-۳۰-۲- الکترونگاتیویته..... ۳۱
۱-۳۰-۳- مقیاس پائولینگ برای الکترونگاتیویته..... ۳۱
فصل دوم پیوندهای شیمیایی..... ۳۲
۲-۱- انرژی تفکیک پیوند (D)..... ۳۳
۲-۱-۱- انرژی متوسط پیوند (E)..... ۳۳
۲-۱-۲- طول پیوند..... ۳۳
۲-۲- شعاع اتمی..... ۳۳
۲-۳- شعاع کووالانسی..... ۳۴
۲-۴- پیوند یونی..... ۳۵
۲-۵- انرژی شبکه..... ۳۸
۲-۶- شعاع یونی..... ۳۹
۲-۴- پیوند کووالانسی..... ۴۰
۲-۵- ساختار لوئیس (یا ساختار نقطه‌ای)..... ۴۱
۲-۶- موارد استثناء از قاعده هشتایی..... ۴۲

۲-۷- بار قراردادی..... ۴۳
۲-۸- فرم‌های رزونانسی..... ۴۶
۲-۹- تئوری اوربیتال مولکولی..... ۴۶
۲-۱۰- اوربیتال های مولکولی چند هسته ای..... ۵۶
۲-۱۱- پیوند فلزی..... ۵۷
فصل سوم ساختار هندسی مولکول ها..... ۶۲
۳-۱- تئوری دافعه الکترونی و شکل هندسی مولکول (VSPER)..... ۷۵
۳-۲- مقایسه روش هیبریداسیون و دافعه الکترونی..... ۸۱
۳-۳- ممان دو قطبی (قطبیت پیوند) *(μ)*..... ۸۱
۳-۴- انواع جامدات بلوری..... ۸۶
۳-۵- بلورهای یونی..... ۸۶
۳-۶- ترکیب های مولکولی غیر قطبی..... ۸۷
۳-۷- ترکیب های مولکولی قطبی..... ۸۸
۳-۸- جامدات کووالانسی..... ۸۸
۳-۹- بلورهای فلزی..... ۸۹
فصل چهارم گازها..... ۹۱
۴-۱- فشار..... ۹۲
۴-۲- معادله حالت گازهای کامل یا ایده آل..... ۹۶
۴-۳- شرایط استاندارد یا متعارفی..... ۹۶
۴-۴- قانون فشارهای جزئی دالتون..... ۹۷

۴-۵- نفوذ و پخش مولکولی..... ۹۹
۴-۶- توزیع سرعت های مولکولی..... ۱۰۰
۴-۷- ظرفیت گرمایی ویژه گازها..... ۱۰۲
۴-۸- گازهای حقیقی و انحراف از قانون گازهای کامل..... ۱۰۴
فصل پنجم مایعات و جامدات..... ۱۰۸
۵-۱- گرانروی یا ویسکوزیته..... ۱۰۹
۵-۲- کشش سطحی..... ۱۰۹
۵-۳- تبخیر..... ۱۱۰
۵-۴- فشار بخار..... ۱۱۱
۵-۵- دمای جوش..... ۱۱۲
۵-۶- گرمای تبخیر مولی..... ۱۱۳
۵-۷- دمای بحرانی. $T_c = critical \quad temp$..... ۱۱۳
۵-۸- فشار بخار جامدات..... ۱۱۶
۵-۹- تصعید..... ۱۱۶
۵-۱۰- نمودار حالت..... ۱۱۷
۵-۱۱- جامدات – بلور ها..... ۱۱۸
۵-۱۲- اشعه X و ساختار بلورها..... ۱۱۹
۵-۱۳- سلول واحد..... ۱۲۱
۵-۱۴- ساختارهای فشرده..... ۱۲۴
۵-۱۵- بلورهای یونی..... ۱۲۴

۵-۱۶- ساختارهای ناقص..... ۱۲۵
۵-۱۷- نیمه هادی ها..... ۱۲۶
فصل ششم محلول ها..... ۱۲۸
۶-۱- محلول‌های فوق اشباع..... ۱۲۹
۶-۲- هیدرات‌ها..... ۱۳۰
۶-۳- عوامل مؤثر در حلالیت..... ۱۳۰
۶-۴- انحلال گرما زا..... ۱۳۱
۶-۵- انحلال گرما گیر..... ۱۳۱
۶-۶- قانون هنری..... ۱۳۲
۶-۷- غلظت محلول..... ۱۳۲
۶-۸- نرمالیته..... ۱۳۴
۶-۹- مولالیته..... ۱۳۴
۶-۱۰- تجزیه حجم سنجی..... ۱۳۴
۶-۱۱- فشار بخار محلول‌های مایع در مایع..... ۱۳۵
۶-۱۲- نقطه جوش و انجماد محلول..... ۱۳۶
۶-۱۳- فشار اسمزی..... ۱۳۷
۶-۱۴- تقطیر..... ۱۳۸
۶-۱۵- محلول‌های الکترولیت..... ۱۳۸
۶-۱۶- جاذبه بین یونی در محلول ها..... ۱۳۹
فصل هفتم ترمودینامیک و تعادل شیمیایی..... ۱۴۰

۷-۱- سیستم، حالت و تابع حالت..... ۱۴۱
۷-۲- قانون اول ترمودینامیک..... ۱۴۱
۷-۳- اندازه گیری ΔE..... ۱۴۲
۷-۴- کار مکانیکی سیستم..... ۱۴۳
۷-۵- آنتالپی..... ۱۴۳
۷-۶- قانون هس..... ۱۴۵
۷-۷- آنتالپی استاندارد..... ۱۴۷
۷-۸- آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک..... ۱۴۷
۷-۹- قانون سوم ترمودینامیک..... ۱۴۹
۷-۱۰- انرژی آزاد گیبس (G)..... ۱۵۰
۷-۱۱- تعادل شیمیایی..... ۱۵۱
۷-۱۱-۱- رابطه ΔG^o و ثابت تعادل..... ۱۵۲
۷-۱۲- اصل لوشاتولیه..... ۱۵۲
فصل هشتم سینتیک شیمیائی..... ۱۵۴
۸-۱- تأثیر غلظت..... ۱۵۵
۸-۲- قوانین سرعت دیفرانسیلی..... ۱۵۵
۸-۳- واکنش درجه یک..... ۱۵۶
۸-۴- قانون سرعت دیفرانسیلی..... ۱۵۶
۸-۵- واکنش درجه دو..... ۱۵۷
۸-۶- واکنش های مقدماتی..... ۱۵۹

۸-۷- مکانیسم واکنش و معادله سرعت..... ۱۵۹
۸-۸- سرعت واکنش و تعادل..... ۱۶۰
۸-۸-۱- در حالت تعادل..... ۱۶۰
۸-۸-۲- اثر دما روی سرعت واکنش..... ۱۶۰
۸-۹- کاتالیزورها..... ۱۶۳
۸-۹-۱- انواع کاتالیزورها..... ۱۶۴
تمرینات..... ۱۶۶

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱): ساختار و نحوه عمل لامپ اشعه کادیک..... ۴

شکل (۱-۲): انحراف اشعه کاتدیک در میدان الکتریکی و مغناطیسی..... ۵

شکل (۱-۳): انحراف پرتو الکترونی در میدان الکتریکی و مغناطیسی بطور همزمان..... ۶

شکل (۱-۴): تعیین بار و جرم الکترون (آزمایش میلیکان)..... ۶

شکل (۱-۵): ذرات بنیادی تشکیل دهنده اتم..... ۸

شکل (۱-۶): آزمایش بکرل..... ۸

شکل (۱-۷): مدل کیک کشمشی تامسون..... ۹

شکل (۱-۸): دستگاهوری آزمایش رادرفورد..... ۱۰

شکل (۱-۹): مدل اتمی رادرفورد..... ۱۰

شکل (۱-۱۰): گستره طول موج تابشی تشعشع جسم داغ..... ۱۴

شکل (۱-۱۱): (a) طیف خطی عنصر برانگیخته، (b) طیف پیوسته نور سفید..... ۱۶

شکل (۱-۱۲): تحریک الکترون و انتشار نور..... ۱۹

شکل (۱-۱۳): ارتعاشات مجاز و غیر مجاز طیف خطی..... ۲۱

شکل (۱-۱۴): اسپین الکترون..... ۲۵

شکل (۱-۱۵): اوربیتال های اتمی نوع s و p..... ۲۶

شکل (۱-۱۶): اوربیتال های نوع d..... ۲۶

شکل (۱-۱۷): اصل طرد پائولی..... ۲۸

شکل (۱-۱۸): اولین انرژی یونیزاسیون عناصر..... ۳۰

شکل (۲-۱): تغییرات شعاع اتمی عناصر بر حسب عدد اتمی..... ۳۵

شکل (۲-۲): شکل بلوری NaCl..... ۳۷

شکل (۲-۳): طرح شماتیک شعاع یونی..... ۳۹

شکل (۲-۴): تغییرات شعاع اتمی و یونی فلزات قلیایی و هالوژن ها نسبت به عدد اتمی..... ۴۰

شکل (۲-۵): تشکیل اوربیتال های مولکولی از ترکیب شدن دو اوربیتال ۱s..... ۴۶

شکل (۲-۶): تشکیل پیوند بین دو اتم هیدروژن..... ۴۷

شکل (۲-۷): تشکیل دو اوربیتال مولکولی σ_{2p} و σ^*_{2p}..... ۴۹

شکل (۲-۸): تشکیل اوربیتال های π و π^*..... ۵۰

شکل (۲-۹): افزایش انرژی اوربیتال های مولکولی در مولکول های B_2 تا N_2..... ۵۱

شکل (۲-۱۰): ترتیب افزایش انرژی اوربیتال های مولکولی در مولکول های O_2، F_2 و Ne_2..... ۵۳

شکل (۲-۱۱): نمودار انرژی اوربیتال های مولکولی برای مولکول LiH..... ۵۴

شکل (۲-۱۲): ترکیب افزایش سطح انرژی اوربیتال های مولکولی برای مولکول های دو اتمی ناهم هسته حاصل از عناصر تناوب دوم جدول مانند NO، CO و CN..... ۵۵

شکل (۲-۱۳): تشکیل اوربیتال در مولکول سه اتمی مولکول H_3..... ۵۶

شکل (۲-۱۴): تشکیل سه اوربیتال مولکولی پیوندی، غیر پیوندی و ضد پیوندی لیتیم..... ۵۸

شکل (۲-۱۵): تشکیل ۹ اوربیتال مولکولی بین ۹ اتم لیتیم..... ۵۹

شکل (۲-۱۶): همپوشانی نوارهای انرژی ۲s و ۲p در اتم برلیم..... ۶۱

شکل (۳-۱): فرآیند هیبرید شدن و شکل اوربیتال های هیبریدی sp..... ۶۳

شکل (۳-۲): روش هیبرید شدن در استیلن..... ۶۴

شکل (۳-۳): تشکیل اوربیتال های هیبریدی sp^2..... ۶۶

شکل (۳-۴): روش هیبرید شدن در اتیلن.....۶۶

شکل (۳-۵): هیبرید شدن در مولکول متان و تشکیل چهار اوربیتال هیبریدی sp^3.....۶۷

شکل (۳-۶): شکل هندسی خمیده یا زاویه دار مولکول آب.....۶۹

شکل (۳-۷): شکل هندسی مولکول آمونیاک، هرمی شکل.....۷۰

شکل (۳-۸): شکل هندسی دو هرمی مثلثی با هیبرید sp^3d.....۷۱

شکل (۳-۹): موقعیت های استوایی و محوری اوربیتال ها در مولکول PCl_5.....۷۲

شکل (۳-۱۰): ساختار هندسی مولکول هشت وجهی منتظم با شش اوربیتال هیبریدی sp^3d^2.....۷۳

شکل (۳-۱۱): تغییر شکل و شکستن بلور.....۸۷

شکل (۳-۱۲): تشکیل پیوند بین آب و متانول.....۸۸

شکل (۳-۱۳): (شکل a) شبکه سه بعدی در بلور الماس و کوآرتز. (شکل b) تشکیل پیوند های کووالانسی در سطح دو بعدی در گرافیت.....۸۹

شکل (۳-۱۴): تغییر شکل بلور فلز.....۸۹

شکل (۴-۱): طرح ساختار هوا سنج.....۹۲

شکل (۴-۲): منحنی هم دمای فشار حجم.....۹۳

شکل (۴-۳): منحنی تغییرات فشار گاز ایده آل در مقابل $1/V$.....۹۴

شکل (۴-۴): تغییرات حجم یک نمونه گاز بر حسب دما در فشار ثابت.....۹۵

شکل (۴-۵): منحنی توزیع سرعت های مولکولی.....۱۰۱

شکل (۴-۶): وابستگی توزیع سرعت مولکول ها به درجه حرارت.....۱۰۱

شکل (۵-۱): پیروی انرژی جنبشی مولکول های مایع از قانون توزیع ماکسول- بولتزمن.....۱۱۰

شکل (۵-۲): دستگاهوری تعیین فشار بخار مایعات.....۱۱۱

شکل (۵-۳): فشار بخار متیل الکل، بنزن و آب در دماهای مختلف..... ۱۱۲

شکل (۵-۴): نمودار حالت آب..... ۱۱۷

شکل (۵-۵): نمودار حالت دی اکسید کربن..... ۱۱۸

شکل (۵-۶): انواع حالت های تداخل امواج..... ۱۱۹

شکل (۵-۷): پراش پرتو X..... ۱۲۰

شکل (۵-۸): سیستم های بلوری هفت گانه و شبکه های براویس..... ۱۲۲

شکل (۵-۹): سلول های مکعبی ساده، مکعبی مرکزدار و مکعبی با وجوه مرکزدار..... ۱۲۳

شکل (۵-۱۰): دو نوع نقص جابجایی (الف) جابجایی لبه ای، (ب) جابجایی پیچی..... ۱۲۶

شکل (۶-۱): غشاء نیمه تراوا یعنی غشایی که نسبت به عبور مثلاً آب تراوا است ولی نسبت به عبور ساکارز غیر تراوا..... ۱۳۷

شکل (۸-۱): نمودار تغییرات مواد اولیه و فرآورده های واکنش را بر حسب زمان..... ۱۵۵

شکل (۸-۲): منحنی تغییرات Ln C را بر حسب زمان (t)..... ۱۵۷

شکل (۸-۳): منحنی تغییرات (۱/C) را بر حسب زمان (t)..... ۱۵۸

شکل (۸-۴): منحنی توزیع انرژی ماکسول – بولتزمن در دو درجه حرارت مختلف..... ۱۶۱

شکل (۸-۵):رابطه بین انرژی فعالسازی واکنش رفت(E_{af})و واکنش برگشت(E_{ar})با تغییرات انرژی کل.. ۱۶۱

شکل (۸-۶): منحنی تغییرات ln k را بر حسب 1/T..... ۱۶۲

شکل (۸-۷): نحوه عمل کاتالیزور..... ۱۶۵

جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱): آرایش های الکترونی پایدار یون ها..... ۳۸

جدول (۳-۱): خلاصه هیبرید شدن..... ۷۴

جدول (۳-۲): ممان دو قطبی بعضی از مولکول ها بر حسب دبای..... ۸۴

جدول (۳-۳): هدایت اکی والان کلریدهای مذاب..... ۸۵

جدول (۳-۴): دمای جوش بعضی از کلریدها بر حسب سانتی گراد..... ۸۶

جدول (۴-۱): میزان γ برای چند گاز..... ۱۰۴

پیشگفتار

در فصل اول با اتم‌ها و آرایش الکترونی اتم‌ها و خواص آنها و شکل اوربیتال ها و چند نظریه اتمی آشنا شده

در فصل دوم پیوند اتم‌ها و تشکیل ملکول‌ها و آرایش اوربیتال ملکولی مطرح می‌شود.

در فصل سوم هیبریداسیون و ساختار هندسی ملکولی بررسی می‌شود.

در فصل چهارم حالت گازی، ویژگی‌ها و روابط آنها در حالت ایده‌آل و حقیقی ارائه می‌گردد.

در فصل پنجم مایعات و جامدات از نظر خواص فیزیکی، تعاریف ذوب و انجماد و دیاگرام فازها، انواع بلورها و نقص بلورها مرور می‌شوند.

در فصل ششم محلول ها و عوامل مؤثر در حلالیت، فاکتورهای مولاریته، نرمالیته و بحث غلظت محلول‌ها و ... بحث می‌شود.

در فصل هفتم قوانین ترمودینامیک و تعادل شیمیایی ارائه می‌گردد.

و در فصل هشتم سینتیک شیمیایی مورد بررسی قرار می گیرد.

این درس قابل استفاده برای کلیه رشته‌ها شامل شیمی، زیست شناسی، فیزیک و زمین شناسی ... (کلیه گرایش‌ها) می‌باشد.

فصل اول

ساختمان اتم

۱-۱- نتیجه تجربیات دالتون

۱- ماده از ذرات ریزی به نام اتم تشکیل شده است و اتم ها غیر قابل تجزیه می باشند.

۲- اتم های یک عنصر یکسانند و وزن یکسانی دارند.

۳- ماده ی مرکب یا ترکیب شیمیایی از بهم پیوستن اتم های عناصر مختلف تشکیل شده است.

۱- ۱-۱- ذرات بنیادی اتم

امروزه مشخص شده است که در داخل اتم حدود ۳۵ ذره وجود دارد که سه ذره ی ۱- الکترون ۲- پروتون ۳- نوترون را به عنوان ذرات بنیادی اتم می شناسیم و خواص اتم ها براساس همین سه ذره قابل توجیه است.

از تعاریف مقدماتی واحد (amu) واحد جرم اتمی است، در قدیم مبنا اکسیژن بوده و بعدها ... و حال ایزوتوپ طبیعی کربن که بیشترین فراوانی را دارد (٪۹۸/۹) مبنای اندازه گیری جرم کلیه اتم ها قرار گرفته است.

۱-۲- لامپ اشعه ی کاتدیک و کشف الکترون

تجزیه ی مواد شیمیایی توسط جریان الکتریسیته، هامفری دیوید و شاگردش فاراده را به این نتیجه رساند که عاملی که باعث پیوند اتم ها به یکدیگر می شود باید ماهیتی الکتریکی داشته باشد. جان استونی شاگرد فاراده اعلام نمود که مواد باید ماهیتی الکتریکی داشته باشند و نام عاملی را که به مواد ماهیت الکتریکی می داد را الکترون گذاشت. بیشترین اطلاعات در باره ی الکترون از مطالعه ی اشعه ی کاتدیک به دست آمد.

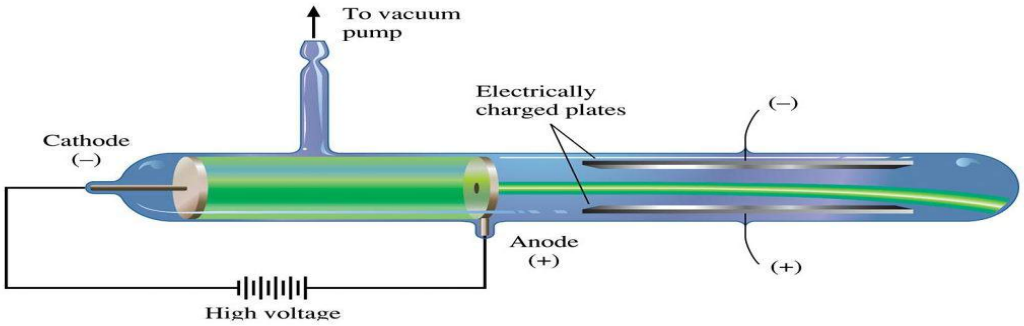
عمده مطالب الکترون از اشعه کاتدی نتیجه شد. هنگامی که اختلاف پتانسیل بسیار بالا (۱۰/۰۰۰ – ۵/۰۰۰ ولت) در حباب شیشه‌ای تخلیه از هوا (فشار هوا کمتر از $۱۰^{-۴}$ اتمسفر) برقرار باشد منجر به درخشیدن حباب می‌شود و نتایج این آزمایش به شرح زیر است:

۱- با حرکت پروانه درون حباب به سمت آند خاصیت ذره‌ای

۲- منفی بودن بار اشعه کاتدی (با انحراف اشعه در میدان مغناطیسی)

۳- اشعه کاتدی به جنس فلز کاتد و یا گاز داخل حباب شیشه‌ای بستگی ندارد.

۴- میزان انحراف اشعه کاتدی در میدان مغناطیسی نسبت مستقیم با بار و نسبت معکوس با جرم ذرات (الکترون‌ها) تشکیل دهنده دارد.



شکل (۱-۱): ساختار و نحوه عمل لامپ اشعه کادیک

۱-۳- خصوصیات اشعه ی کاتدیک

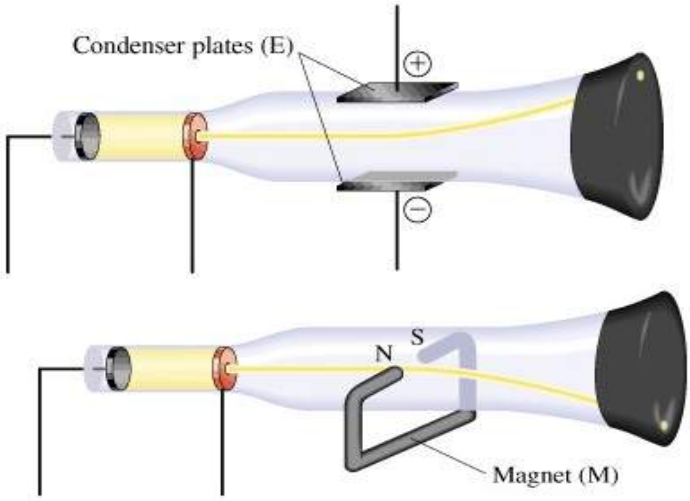
۱- جرم دارد.

۲- در خط مستقیم حرکت می کند.

۳- در میدان مغناطیسی منحرف می شود.

۴- در میدان الکتریکی به سمت قطب مثبت می رود.

۵- خواص آن به جنس آند، کاتد و گاز داخل لامپ بستگی ندارد.



شکل (۱-۲): انحراف اشعه کاتدیک در میدان الکتریکی و مغناطیسی

۱-۴- آزمایش تامسون و تعیین e/m الکترون (اشعه ی کاتدیک)

تامسون برای این که بتواند e/m اشعه ی کاتدیک را تعیین کند آن را به طور همزمان تحت تأثیر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم قرار داد و شدت یکی از میدان ها را ثابت و شدت میدان دیگر را طوری تغییر داد که اشعه ی کاتدیک از مسیر خود منحرف نشود. اگر دو میدان مغناطیسی و الکتریکی عمود بر هم بر این ذرات وارد شوند (و به میزان مساوی)، میزان انحراف (شعاع r) قابل محاسبه است.

الکتریکی مغناطیسی

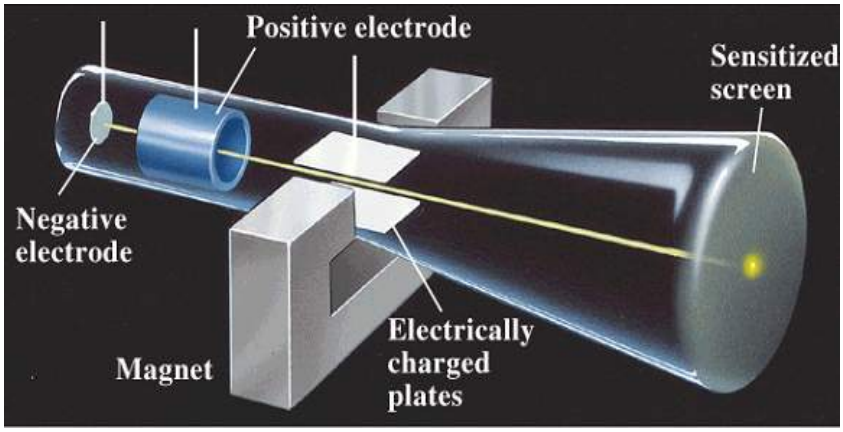
$$\text{HeV} = \text{Ee}$$

$$F = ma = m\frac{v^2}{r} = HeV \rightarrow \boxed{r = \frac{mv}{He}}$$

هر چه شدت میدان مغناطیس (H) و بار الکتریکی (e) ذره بیش‌تر باشد شعاع انحراف کوچک‌تر و برعکس جرم ذره و سرعت تأثیر مستقیم بر شعاع دارد.

$$\frac{e}{m_e} = \frac{E}{H^2.r} = 5 \cdot 27 \times 10^{17} \ \frac{esu}{gr}$$

(از راه تجربی)



شکل (۱-۳): انحراف پرتو الکترونی در میدان الکتریکی و مغناطیسی بطور همزمان

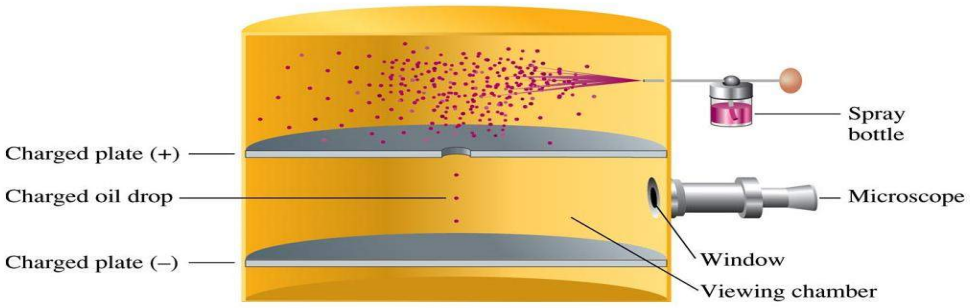
۱-۵- آزمایش میلیکان

تعیین بار و جرم الکترون

$$V = \frac{mg}{6\pi\eta r} = \frac{d\,\frac{4}{3}\pi r^3 g}{6\pi\eta r} \qquad V' = \frac{QE - mg}{6\pi\eta r}$$

$$V = \frac{x}{t} \qquad Q = 4.8 \times 10^{-10}\ esu = 1.6 \times 10^{-19}\ \text{coul}$$

$$Q = n \times 4.8 \times 10^{-10}\ esu$$



شکل (۱-۴): تعیین بار و جرم الکترون (آزمایش میلیکان)

۱-۶- کشف پروتون

بررسی هایی که توسط گلداشتاین بر روی لامپ اشعه ی کاتدیک انجام گرفت نشان داد که همزمان با حرکت الکترون از کاتد به آند جریانی نیز از آند به سمت کاتد در حرکت است، این جریان **اشعه ی کانالی** نامیده شد.

۱-۷- خصوصیات اشعه ی کانالی

گلداشتاین متوجه این اشعه شد و خصوصیات آن به شرح ذیل می‌باشد:

۱- ذره‌ای بوده و از نحوه انحراف متوجه مثبت بودن آن شدن

۲- $\frac{e}{m}$ این ذرات کوچک‌تر از $\frac{e}{m}$ الکترون است.

۳- نسبت $\frac{e}{m}$ اشعه کانالی به ماهیت گاز داخل حباب بستگی دارد.

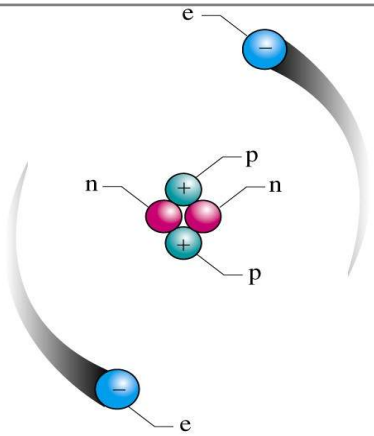
$$\frac{e}{m_p} = 2 \cdot 87 \times 10^{14} \ \frac{esu}{gr} \qquad m_p = 1836 \ m_e$$

نتیجه گیری

بررسی های انجام شده روی اشعه ی کانالی نشان داد که تمامی اتم ها واحد هایی از بار مثبت را با خود حمل می کنند که مضربی از مقدار بار مربوط به اتم هیدروژن است. یون مثبت حاصل از اتم هیدروژن یون پروتونیوم و بنابراین بار مثبت اتم هیدروژن پروتون نامیده شد.

۱-۸- کشف نوترون

در سال ۱۹۲۰ رادرفورد به ذرات بدون بار اشاره کرد و در سال ۱۹۳۲ جیمز چادویک موفق به اثبات این ذرات شد و نام نوترون را به کار برد و جرم نوترون را محاسبه کرد. چون جرم یک اتم از مجموع جرم الکترون ها و پروتون هایش بیشتر بود برای توجیه این تفاوت جرمی رادرفورد وجود ذرات بدون باری را به نام نوترون در هسته ی اتم پیشنهاد کرد که دانشمندی به نام چادویک با بمباران اتم های سبک توسط اشعه آلفا و بررسی نتایج به دست آمده، نوترون پیشنهادی رادرفورد را کشف کرد.



Rutherford
protons 1919

James Chadwick
neutrons 1932

$$m_n = 1 \cdot 67 \times 10^{-24}\ gr$$

شکل (۱-۵): ذرات بنیادی تشکیل دهنده اتم

۱-۹- رادیو اکتیویته

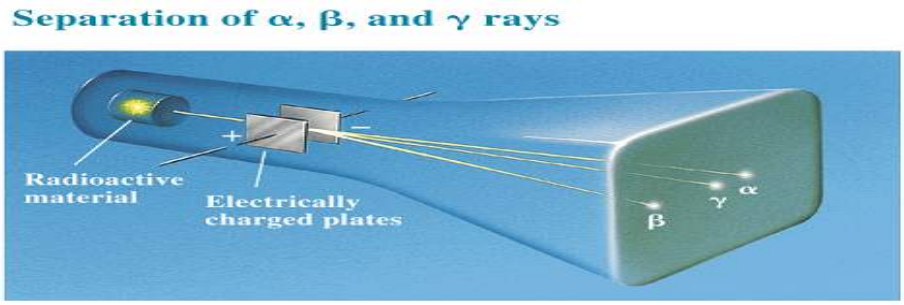
هنری بکرل در سال ۱۸۹۶ خواص رادیواکتیویته (تجزیه اتم‌های ناپایدار) را کشف کرد. سه نوع اشعه معرفی شده است.

اشعه α (آلفا)

اشعه β (بتا)

اشعه γ(گاما)

اشعه α هسته هلیم بدون ا لکترون است که قدرت یونیزه کنندگی زیاد ولی قدرت نفوذ کم دارند. اشعه β از ذرات الکترون تشکیل شده که قدرت یونیزه کنندگی کم ولی قدرت نفوذ زیاد دارند و اشعه γ از جنس امواج الکترومغناطیس و بدون بار هستند که در میدان مغناطیسی انحراف ندارند. ماهیت اشعه‌ها توسط را درفورد کشف شد.



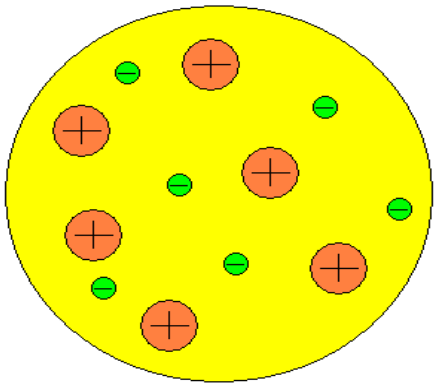
شکل (۱-۶): آزمایش بکرل

۱-۱۰- مدل اتمی تامسون

پس از کشف الکترون و پروتون سوال این بود که این ذرات در اتم به چه شکلی قرار می گیرند.

اولین مدل ارائه شده مدل کیک کشمشی تامسون بود.

در این مدل اتم به صورت یک کره در نظر گرفته شد که در آن بار های مثبت ومنفی در داخل این کره پراکنده اند.



شکل (۱-۷): مدل کیک کشمشی تامسون

۱-۱۱- آزمایش رادرفورد

رادرفورد با تاباندن اشعه ی آلفا به ورقه ی نازکی از طلا و ثبت مشاهدات به دست آمده برای اتم ساختمانی را پیشنهاد کرد که بر اساس آن بتواند مشاهدات حاصل را توجیه کند.

۱- بار مثبت اتم باید در هسته متمرکز باشد.

۲- قسمت عمده جرم در هسته است و اتم عمدتاً فضای خالی دارد.

۳- تعداد الکترون‌ها در خارج هسته برابر تعداد بار مثبت داخل هسته است.

۴- الکترون‌ها بخش بسیار کوچکی از حجم کل اتم را تشکیل می‌دهند.