

Kankor Widget ابزار کانکور

جدیدترین تکنالوژی آموزشی در سطح کشور

تیوری انیشتین در مورد اثر فوتوالکتریک





فهرست مطالب

1	تئوری انیشتین در مورد اثر فوتوالکترویک
1	اشعه های کتودی را به طریق زیر می توان فهمید
2	تابش ماوراء سرخ
3	کمیت کوانتمی
3	فوتون
3	طرز طبیعت دو گانه
7	کشف الکترون
8	رابطه بین کتله و سرعت الکترون
9	انرژی الکترون
10	تشعشع اتوم یا طیف اتوم
10	طیف تشعشع مونوگراماتیم
11	طیف تشعشع خطی
11	طیف تشعشع متمادی
12	سوالات و جوابات
14	منابع
15	مأخذ

تئوری انیشتین در مورد اثر فوتوالکترویک

اهدای کننده: ابزار کانکور

منبع: کتابخانه درخت دانش

جواز / دارنده حق چاپ: دامنه عمومی / CC0

تئوری انیشتین در مورد اثر فوتوالکترویک

توضیح اثر فوتوالکترویک کار عمده‌ای بود که اشاره به آن در سال ۱۹۲۱ هنگام اعطای جایزه‌ی نوبل در فیزیک به البرت انیشتین صورت گرفت. تئوری انیشتین که در سال ۱۹۰۵ مطرح شد، نقش عمده‌ای در گسترش فیزیک اتمی داشت. تئوری بر مبنای یک نظر جسورانه بود، زیرا نه تنها بیشترین جزییات تجربی آن در سال ۱۹۰۵ هنوز ناشناخته بود، بلکه نقطه‌ی کلیدی این تئوری با اندیشه‌های کلاسیک زمان مغایرت داشت.

انیشتین فرض کرد که انرژی نور به مجموع جبهه‌ی موج در حال گسترش به طور یکسان و یک نواخت (آن چنان که در تئوری کلاسیک پذیرفته شده بود) توزیع نشده است، بلکه به صورت متمرکز در «بسته‌های» جدا از هم باقی مانده است از این گذشته میزان انرژی در هر یک از این ناحیه‌ها یکسان نیست، بلکه مقدار معینی است که تناسب با فریکونسی موج دارد. ضریب تناسب مقدار ثابتی است که به علامت h نشان داده می‌شود و به نام ثابت پلانک یاد می‌گردد پس در این تئوری انرژی نور در اشعه‌ای با فریکونسی ν بسته، بسته است و مقدار هر بسته برابر به $h\nu$ می‌باشد. مقدار انرژی تابشی در هر بسته را یک کوانتم انرژی می‌نامند. کوانتم نمایانگر کوچکترین مقدار انرژی نور از آن فریکونسی است. کوانتم انرژی نور بعداً فوتون نامیده شد هیچ توضیحی روشن تر از توضیح خود انیشتین نیست در این جا از نخستین مقاله‌ی انیشتین در سال ۱۹۰۵ مطلبی را نقل می‌کنیم که مربوط به این موضوع است. در این نقل تنها علامت‌ها را تفسیر داده ایم تا به‌آچه امروز متداول است مطابقت داشته باشد. بر طبق این مفکوره نور وارده مرکب از کوانتم‌های انرژی $h\nu$ است انتشار یافتن

اشعه‌های کتودی را به طریق زیر می‌توان فهمید.

کوانتم‌های انرژی در سویه‌های سطحی جسم نفوذ میکند بخشی از انرژی آن به انرژی حرکی مالیکول‌ها تبدیل می‌شود، ساده ترین تصور این است که کوانتم نور تمامی انرژی خود را تنها به یک الکترون می‌دهد. فرض ما اینست که چنین چیزی رخ میدهد، اما این کار را نیز از نظر دور داشت که الکترون‌ها فقط بخشی از کوانتم نور را دریافت می‌کنند. یک الکترون که در داخل جسم انرژی حرکی پیدا کرده است در طول زمانی که به سطح جسم می‌رسد ممکن است بخشی از انرژی حرکی خود را از دست بدهد. گذشته از این باید فرض کنیم که هر الکترون وقتی که جسم را ترک می‌کند، مقدار کار W (که مربوط به خواص جسم است) انجام می‌دهد.

الکترون‌هایی که به طور مستقیم از سطح و عمود بر سطح اخراج می‌شوند بیشترین سرعت‌های عمود بر سطح را خواهند داشت. انرژی حرکی اعظمی چنین الکترون‌ها عبارت است از :

$$E_{k \max} = h\nu - w$$

هرگاه جسم، صفحه‌ی C چارج پوتنشیل مثبت داشته باشد، V_{stop} کاملاً کافی است که مانع شود تا جسم چارج برقی از دست بدهد. در این صورت باید داشته باشیم

$$E_{k \max} = h\nu - w = V_{stop} q_0$$

که در این معادله q_0 مقدار بزرگی چارج الکترون است.

اکنون می‌توانیم معادله فوتوالکتریک انیشتین را با نتیجه‌های تجربی مقایسه کنیم تا ببینیم که آیا تئوری او می‌تواند آن را توجیه کند یا نه، بنابر معادله فوتوالکتریک انرژی حرکتی فقط وقتی بزرگتر از صفر است که $h\nu$ بزرگتر از W باشد، بنابراین یک الکترون فقط وقتی که $h\nu \geq W$ باشد دیگر آن که برطبق مدل فوتون انیشتین آنچه الکترون را بیرون می‌راند تنها یک فوتون است، اما شدت نور متناسب به تعداد فوتون‌ها در اشعه نور است.

و تعداد فوتوالکتریک‌های اخراج شده متناسب با تعداد فوتون‌های تابیده شده بر سطح است. از این رو تعداد الکترون‌های اخراج شده (و بنابراین جریان فوتوالکتریک) متناسب با شدت نور ورودی است.

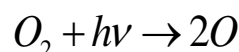
بنابر مدل انیشتین، انرژی نور در کوانتم‌ها (فوتون‌ها) متمرکز می‌شود. بدین لحاظ برای جمع‌آوری انرژی نور، زمان لازم نیست، در حقیقت کوانتم انرژی خود را بی‌درنگ به فوتوالکتریک‌ها منتقل می‌کند دراین فوتوالکتریک‌ها پس از مدت زمان کوتاهی که برای فرار آن لازم است از سطح بیرون می‌روند.

سرانجام، معادله فوتوالکتریک پیشگویی می‌کند که هر چه فریکوانسی نور بیشتر باشد انرژی حرکتی اعظمی الکترون‌های اخراج شده بیشتر خواهد بود، بنابر مدل فوتون انرژی فوتون به طور مستقیم با فریکوانسی نور متناسب است. کمترین انرژی لازم برای اخراج یک الکترون انرژی لازم است که الکترون را از سطح فلز رها کند که این خود توضیحی است برای آن که چرا نور با فریکوانسی ν نمی‌تواند هیچ الکترونی را بیرون کند، پس انرژی حرکتی الکترون رها شده مساوی به تفاوت میان انرژی فوتون جذب شده و انرژی الکترون گریخته از سطح است.

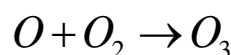
پس واضح شد که معادله فوتوالکتریک انیشتین از لحاظ کیفی با نتیجه‌های تجربی موافقت داشت.

تابش ماوراء سرخ

هرگاه نور ماوراء سرخ به طول موج کمتر از (۰.۲۵۵) نانومتر به مالیکول اکسیژن برخورد کند این مالیکول به اتم اکسیژن تبدیل می‌شود



این اتم‌های اکسیژن به نوبه خود با مالیکول‌های اکسیژن دیگر تعامل نموده و مالیکول اوزون به وجود می‌آید



پروسه‌ی تشکیل اوزون در لایه‌ی جوزمین بین ۳۰۰۰-۱۵۰۰ بالای سطح زمین به وقوع می‌پیوندد. در ارتفاع تقریباً ۲۵۰۰ غلظت اوزون به بیشترین مقدار می‌رسد. وجود لایه‌ی اوزون در جوزمین اهمیت حیاتی برای سلامتی موجودات زنده‌ی روی زمین دارد، زیرا بیشتر نور ماوراء بنفش انرژی دارد. که ممکن است در انسان آفتاب سوختگی یا سرطان پوست ایجاد کند. این انرژی ماوراء سرخ همچنین می‌تواند به دیدچشم نیز آسیب برساند و اگر به قدر کافی شدید باشد شاید بسیاری از جانداران کوچک را بکشد. از جمله‌ی این جانداران، بسیاری از موجودات زنده‌ی دریایی هستند که مقدار زیادی از اکسیژن لازم برای تنفس ما را تولید می‌کنند انرژی اشعه ماوراء سرخ همچنان بر مالیکول DNA که اعمال سلول‌های زنده را کنترل می‌کنند، اثر تخریبی دارد.

کمیت کوانتومی

ما در زنده گی روزمره با کمیت های متفاوتی سرو کار داریم که بعض از آن ها مقدارهای پیوسته، بعض دیگری مقدار های گسسته را اختیار می کنند.

طور مثال: طول یک پارچه مساحت زمین و یا حجم یک ظرف کمیت های پیوسته اند و هر مقداری را که می توانند اختیار کنند . می توانیم $2m$, $\frac{2}{2}m^2$, $2.25m^3$ و یا پارچه داشته باشیم. از سوی دیگر، کمیت های مانند: شاگردان یک صنف و یا تعداد سکه های موجود در صندوق یک دستگاه تیلیفون از کمیت های گسسته اند و تنها می توانند مقدار های خاصی را اختیار نمایند. مثلاً ما نمی توانیم ۲۴.۳ شاگرد در یک صنف یا ۹۲.۵ عدد سکه در یک مجموعه بی از سکه ها داشته باشیم. در فزیک کمیت های گسسته را کوانتومی می نامند. مقدار یک کمیت کوانتومی را مقدار پایه یا کوانتم آن کمیت می نامند طور مثال در بخش برق دیدیم که مقدار چارج برقی موجود در یک جسم چارجدار مضرب درستی از چارج یک الکترون ($e = 1.6 \times 10^{-9} c$) است.

فوتون

در فزیک، یک ذره بنیادی است که به عنوان واحد کوانتومی نور یا هر نوع تابش الکترومقناطیسی محسوب می شود. فوتون نماینده حامل های قوه برای قوه الکترومقناطیسی است که اثر این قوه به راحتی هم در سطح ماکروسکپی و هم در سطح میکروسکپی قابل مشاهده است. مانند بقیه ذرات بنیادی بهترین تعریف از فوتون توسط مکانیک کوانتومی ارائه می شود، که نشان دهنده ویژگی دوگانگی ذره و موج است. فوتون دارای اسپین یک است، یعنی از لحاظ ذره ای بی وزن به حساب می آید.

تعریف مدرن از خصوصیات فوتون اولین بار توسط البرت انیشتین ارائه شد که علت آن توضیح مشاهدات تجربی بود که ان زمان با فیزیک کلاسیک که نور را فقط موج می دانست قابل توضیح نبود. از طرفی دیگر در توضیح پدیده جسم سیاه توسط ماکس پلانک او مدلی نیمه کلاسیکی ارائه کرد که در آن با اینکه نور به عنوان موج توسط روابط ماکسول تعریف می شد ولی برای مقدار انرژی مقدارهای کوانتیده ای در نظر گرفته می شد که این مقدارها برابر کوانتوم های انرژی فوتون ها بودند که خود این مدل نیمه کلاسیک بعداً پایه های اولیه مکانیک کوانتومی را بنا نهاد. بر اساس اصل دوبروی گلی در مورد ذرات دو حالت ذره ای و موجی در نظر گرفته می شود، که البته این خاصیت در دنیای میکروسکوپی بیشتر مورد مطالعه است. به عنوان مثال، اگر ذره ای به کتله یک گرم را که با سرعت معمولی در حال حرکت باشد در نظر بگیریم، طول موج منتسب به این ذره چنان کوچک خواهد بود که اصلاً قابل ملاحظه نیست، اما در مورد ذراتی مانند الکترون این طول موج قابل توجه است؛ بنابراین با استفاده از این اصل می توان تابش الکترومقناطیسی را نیز متشکل از ذراتی دانست که این ذرات را فوتون می گویند.

طبیعت دو گانه

همه نور ها دارای خواص مشترک هستند که از جمله می توان به نور های مونوکروماتیک (یک رنگ) اشاره کرد که آنها نیز دارای همین خواص هستند.

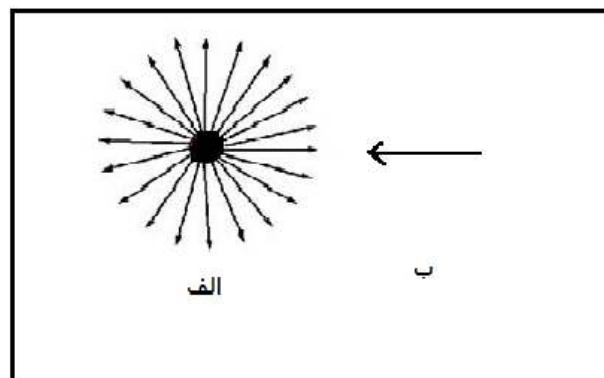
۱. نور در خلا دارای سرعت (۳۰۰۰۰۰) کیلومتر فی ثانیه است.
۲. نور های مختلف دارای طول موج های متفاوت و شدت های متفاوت اند.
۳. سرعت نور در محیط های شفاف مختلف تغییر می کند.

یونانی ها اولین کسانی بودند که کوشیدند طبیعت نور و چگونه گی دیدن را توضیح دهند. بعد از ظهور علوم تجربی دو نظریه کاملاً متفاوت را در باره نور به ارمغان آورد یکی از آنها عبارت از نظریه ذروی نیوتن بود که نور را متشکل از دسته ای از ذرات می دانست و تابع قوانین حرکت می باشد و. دیگری نظریه موجی هیوگنس که طبیعت موجی را پیشنهاد نمود.

هر نظریه ای راجع به نور قابل پذیرش است که پدیده های مانند انعکاس ، انکسار، تفرق و تداخل نور را توضیح دهد یعنی نظریه موجی نور به ساده گی پدیده تداخل و تفرق را تشریح نمود، در حالی که نظریه ذروی نور قادر به توضیح آن نیست. یانگ قادر بود که پدیده های دیگری مانند تشکیل رنگ ها در حباب صابون یا لایه های نازک روغن و تیل روی زمین مرطوب را بر حسب نظریه موجی با مرتبط ساختن رنگ های متفاوت نور با طول موج های مختلف توضیح دهد.

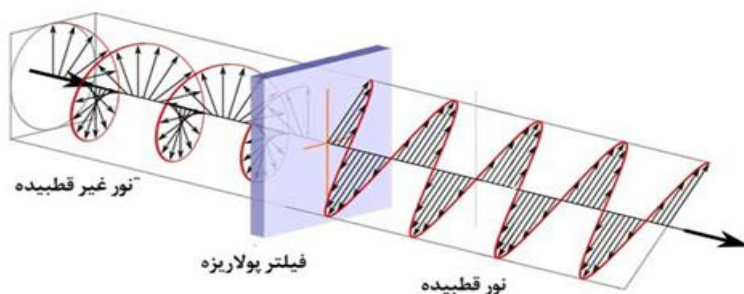
وی همچنین پیشنهاد کرد که قطبی شدن نور (polarization of light) فقط به دلیل عرضی بودن امواج نور اتفاق می افتد و از این رو نتیجه می شود که اهتزازات امواج نور بر امتداد انتشار آنها عمود است برخلاف حالتی که صوت در مایعات و گازات دارد امواج طولی هستند و در امتداد اهتزازات ذرات محیط در امتداد انتشار موج صوتی است.

در یک اشعه نور قطبی شده مستوی تمام امواج در یک صفحه اهتزاز می کنند برخلاف حالت طبیعی که نور در تمام جهات اهتزاز می کند.



شکل الف جهت های امواج برقی امواج تشکیل دهنده یک اشعه غیر قطبی شده در جهت عمود بر صفحه منتشر می شود

شکل ب جهت های امواج برقی یک شعاع نوری که به طور حتمی قطبی شده است



ساحه برقی و مقناطیسی در یک موج الکترومقناطیسی مسطح

موضوع دیگری که بیانگر نظریه موجی نور بود توضیح پدیده تفرق می باشد و حال آنکه پیشرفت بشر در فهم طبیعت نور توسط ماکسول در سال ۱۸۶۴ انجام شد.

ماکسول کار تجربی فارادی، اورستد و هانری را در برق و مقناطیس ترکیب کرد و معادلاتی را به دست آورد که وجود امواج عرضی با سرعت C را به دست آورد که C از رابطه

$C = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ به دست می‌آید و ضریب نفوذ پذیری مقناطیسی در خلا و ϵ_0 ضریب نفوذ پذیری برقی در خلا می‌باشند. خاصیت غیر عادی این امواج که دارای سرعت C بودند و تقریباً با تجربیات فیزو که قبلاً سرعت نور را به دست آورده بود مطابقت داشت. بنابراین ماکسول پیشنهاد کرد که نور را به مانند امواج الکترومقناطیسی است که دارای سرعت $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ فریکونسی آن حدود $5 \times 10^{14} \text{ HZ}$ و دارای طول موج $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ می‌باشد. امروز ماقبول داریم که امواج نور از دو ترکیب ساحه برقی و مقناطیسی عمود برهم تشکیل شده اند و جهت انتشار امواج عمود بر امتداد اهتزاز این دو است.

جدول ذیل اندازه طیف امواج الکترومقناطیسی را نظر به فریکونسی و طول موج نشان می‌دهد

نوع تشعشع	طول موج	فریکونسی HZ	انرژی کوانتیمی ev
امواج رادیویی	100km	$3 \times 10^3 \text{ HZ}$	1.2×10^{-11}
	300km	10^9 HZ	4×10^{-6}
امواج مایکروویف	0.3mm	10^{12}	4×10^{-3}
ماتخت سرخ	$0.7 \mu\text{m}$	3.4×10^{14}	1.8
امواج مرئی	$0.4 \mu\text{m}$	7.5×10^{14}	3.1
ماوراء بنفش	$0.03 \mu\text{m}$	10^{16}	40
اشعه ایکس	1nm	3×10^{18}	1.2×10^4
اشعه گاما	1pm	3×10^{20}	1.2×10^6

در سال ۱۸۸۷ هرتز موفق به تولید امواج الکترومقناطیسی نامرئی شد و به جستجوی امواج دیگر با طول موج های دیگر پرداخت. امروزه ما از طیف الکترومقناطیسی صحبت می‌کنیم و فریکونسی های بین $3 \times 10^{10} \text{ HZ}$ تا $3 \times 10^{20} \text{ HZ}$ را می‌شناسیم که در جدول فوق نشان داده شده است.

این طیف گسترده تشکیل شده است از نواحی مختلف که مرز مشخص برای آنها نیست. مامعمولاً وقتی از ناحیه اویپتیکی صحبت می‌کنیم که در جدول نشان داده نشده است از ناحیه مرئی و ما تحت سرخ نزدیک و ناحیه ماورای بنفش از فریکونسی های در حدود $3 \times 10^{13} \text{ HZ}$ تا $3 \times 10^{16} \text{ HZ}$ تشکیل شده است. این ناحیه اویپتیکی بی است که معمولاً طول موج های لیزر در این ناحیه قرار دارد.

برای همه امواج یک رابطه ساده بین فریکونسی و طول موج آن وجود دارد، که توسط فورمول ذیل ارایه می‌شود:

$$C = \lambda \nu = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$$

این قیمت، قیمت سرعت نور در خلا می‌باشد. در صورتی که سرعت نور را در محیط های دیگر به C' نشان دهیم بین C' و C رابطه ذیل وجود دارد.

$$\frac{C}{C'} = \frac{\lambda}{\lambda'} = n$$

n را ضریب انکسار و λ' طول موج در ماده مورد نظر می باشد این تغییر طول موج در ماده یی است که با عث انکسار نور در ماده می شود .

به نظر می رسد که با توجه به نظریه ی موجی نور تمام مسایل مربوط به طبیعت نور توضیح شده باشد لیکن مشاهده می شود که هنوز هم مسایل حل ناشدای باقی مانده است.

پدیده های مانند فوتوالکتریک، پخش و جذب نور توسط این نظریه قابل توضیح نیست و در پروسه شعاعات اصابت کننده به سطح فلز الکترون ها می شود آزاد شدن الکترون ها وقتی اتفاق می افتد که فریکونسی اشعه تشعشعی به حد کافی بالا باشد، به طور مثال در نور بسیار قوی سرخ قادر نیست فوتوالکتریک ایجاد کند، نور آبی با شدت کم قادر به تولید الکترون است، چرا که انرژی حرکتی کافی دارد.

البرت انیشتین در سال ۱۹۰۵ به ساده گی این اثر را توضیح داد، بدین ترتیب که نور برخورد کننده را متشکل از بسته های کوچک انرژی یا ذراتی به نام فوتون هستند او گفت انرژی فوتون متناسب است به فریکونسی آن یعنی:

$$E \approx \nu \Rightarrow E = h\nu$$

که در این رابطه h ثابت پلانک است که قیمت آن $6.626 \times 10^{-34} Js$ می باشد فوتون برخورد کننده می تواند انرژی خود را صرف به یک الکترون بدهد . طوری که فوتون بر قوه یکه الکترون را در سطح فلز نگهدارد، غلبه کرده و آن را از فلز جدا می سازد . در این حالت الکترون کاری را انجام می دهد بنابراین انرژی یکه فوتون به الکترون می دهد یک مقدار آن به اجرای کار به مصرف می رسد و یک مقدار دیگر آن به انرژی حرکتی الکترون تبدیل می شود. که معادله آن قرار ذیل است

$$E = h\nu = \phi + \frac{1}{2}mv^2$$

در این رابطه m کتله الکترون v سرعت آن و ϕ تابع کار بوده و آن حد اقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از فلز مورد نظر است.

در عمل فقط تعداد محدود فوتوالکتریک ها با این انرژی از سطح خارج می شوند، چرا که اکثریت الکترون ها از سطح زیرین رها می شوند و از این رو انرژی بیشتری از مقدار تابع کار نیاز دارد. نظریه موجی نور قادر به توضیح پدیده فوتوالکتریک نیست، نمی تواند علت عدم تولید فوتوالکتریک ها وقتی که نور سرخ با شدت زیاد به کار می بریم را توضیح دهد و نه پخش خود به خودی الکترون ها وقتی که از منبع مناسب نور کار می گیریم. با توجه به نظریه موجی نور برای جدا شدن یک الکترون پس از دریافت انرژی یک زمان تاخیری پیش بینی می شود چرا که در این نظریه انرژی امواج به طور یکنواخت روی جبهه موج توزیع می شود این زمان کوتاه برای آن ست که الکترون انرژی کافی دریافت نماید و قادر به فرار باشد

بنابراین به نظر می رسد که ما هنوز هم دو طریقه متضاد در مورد نور داریم. اما باید هر دو نظریه را بپذیریم ، با آزمایش های مختلف که علما فزیک انجام داند به این نتیجه رسیدند که نور نه همیشه به شکل موج است و نه به شکل ذره بلکه در بعض جا ها

از خود خاصیت موجی نشان میدهد و در بعض جا ها هم خاصیت ذره وی دارد. این قضیه همین طور پیشرفت کرد و منجر به انقلاب در علم فزیک شد و میخانیک کوانتومی پدید آمد.

کشف الکترون

در سال ۱۸۹۷ عالم مشهور فزیک به نام تامسون ذره کوچکی را کشف نمود که حامل چارج منفی بود تامسون جریان برق را در خلأ یعنی جایی که هوا وجود نداشت مطالعه می نمود. او هوای داخل یک تیوپ شیشه‌یی را خارج نموده که در دو انجام ان الکتروود های مثبت و منفی قرار داده شده بود، یک الکتروود را به قطب منفی که عبارت از کتود و الکتروود دیگر به قطب مثبت که انود را تشکیل می داد، وصل نمود در این صورت به مشاهده رسید که جریان از کتود به انود وجود ندارد. اما زمانی که کتود را اندکی گرم کرد جریان برق در داخل تیوپ به مشاهده رسید تامسون از این تجربه به این نتیجه رسید:

در اثر گرم شدن کتود از آن ذرات کوچک که حامل چارج منفی می باشند به انود پرواز می کنند. تامسون این ذرات کوچک حامل چارج منفی را الکترون نامید. بعداً تامسون در مسیر الکترون ها از کتود به انود لوحه های فلزی بسیار نازک را قرار داده، مشاهده نمود که در اثر ضربه الکترون ها این لوحه های به حرکت می آیند. از این جا به این نتیجه رسید که الکترون ها

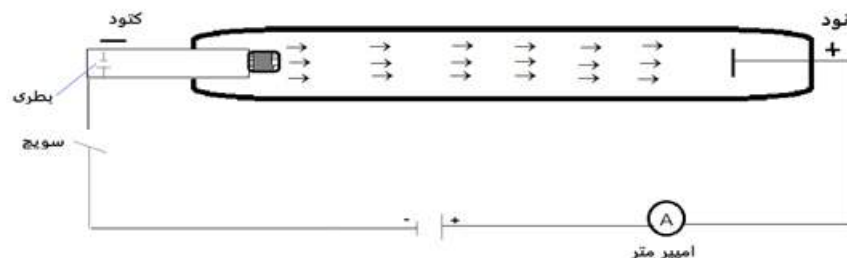
برعلاوه چارج دارای کتله نیز می باشند. پروسه انتشار الکترون ها از کتود گرم شده را به نام انتشار ترموالکتریکی یاد می کنند. بعداً به اثر تجارب مختلف کتله و چارج الکترون ها که دارای قیمت عددی ذیل می باشند دریافت شد.

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-28} \text{ g}$$

$$q_e = 1.6027 \times 10^{-19} \text{ c}$$

باید گفت که الکترون یک ذره نهایت کوچک و بسیط ماده می باشد، جسامت الکترون تا اکنون هم دقیقاً مشخص نگردیده است، اما دانشمندان قطر الکترون را مساوی به $d_e = 10^{-14} \text{ m} = 10^{-4} \text{ A}^\circ$ تخمین می کنند. ساختمان الکترون و شکل آن نیز تا اکنون معین نگردیده است. ساختمان تجربه تامسون در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل 7 ساختمان تجربه تامسون را نشان می دهد

خلاصه اینکه الکترون ها ذراتی اند که در اطراف هسته قرار داشته و در مدار های معین انرژیاتی که اخذ موقعیت کرده اند. کتله الکترون $m_e = 9.1 \times 10^{-28} g$ و چارج آن منفی ($q_e = 1.6027 \times 10^{-19} C$) است.

در صورتی که خواسته باشیم کتله پروتون و الکترون را و همچنان چارج الکترون و پروتون را با هم مقایسه کنیم چنین بدست می آید.

$$\frac{q_p}{q_e} = \frac{1.6027 \times 10^{-19} C}{-1.6027 \times 10^{-19} C} = -1 \quad \frac{m_p}{m_e} = \frac{1.67 \times 10^{-24} g}{9.1 \times 10^{-28} g} = 1836$$

کروکس در سال ۱۸۷۰ میلادی توسط تجربه (عبور اشعه کتود از داخل یک تیوب تخلیه شده را که در دو جانب الکتروود های کتود و انود داشته) نشان داد که اشعه کتودیک دارای کتله ، سرعت (مو منتهم) و انرژی حرکتی است.

تامسون در سال ۱۸۷۹ به سلسه تجارب خود نسبت e/m را در یافت کرد یعنی $\frac{e}{m} = 1.75 \times 10^{11} C/kg$ می باشد ملیکان از طریق تجزیه قطرات تیل نسبت بین کتله و چارج الکترون را دریافت که عین قیمت داده شده تامسون بود و با استفاده از آن کتله الکترون را در یافت کرد.

$$\begin{aligned} \frac{e}{m} &= 1.75 \times 10^{11} C/kg \\ e &= 1.75 \times 10^{11} C/kg \cdot 9.1 \times 10^{-31} kg = 1.5925 \times 10^{-19} C \\ e &= 1.5925 \times 10^{-19} C = 1.625 \times 10^{-19} C \end{aligned}$$

رابطه بین کتله و سرعت الکترون

طوری که دیدیم چارج الکترون همیشه یک ثابت را دارا بوده و بدون تغییر باقی می ماند، اما کتله الکترون در رابطه به سرعت آن طبق تئوری نسبیت انیشتین تغییر می کند یعنی کتله الکترون تابع سرعت آن می باشد که توسط رابطه زیر بیان شده است.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

در حالی که m_0 کتله سکون الکترون یعنی کتله آن الکترون است که سرعت آن صفر باشد، v سرعت الکترون و C سرعت نور در خلا که قیمت آن $c = 3 \times 10^8 km/s$ می باشد. این قیمت سرعت نور که سرعت نهایی در طبیعت است و از آن هیچ سرعتی تجاوز کرده نمی تواند. در رابطه فوق افاده $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ را بنام فکتور نسبیت یاد می نمایند. نظر به فورمول فوق می توان نوشت:

$$v = 0 \Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{0^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1-0}} = m_0$$

$$v = c \Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1-1}} = \frac{m_0}{0} = \infty$$

چون کتله بی نهایت معنی ندارد، پس سرعت الکترون هرگز مساوی به سرعت نور شده نمی تواند گر چه به آن نزدیک شده می تواند.

انرژی الکترون

طبق تیوری خاص نسبیت انیشتین هر ذره که دارای کتله m باشد دارای مقدار انرژی نسبتی می باشد و انرژی آن معادل است به:

$$E = mc^2 \dots 1$$

درحالی که انرژی ذره m کتله آن و c سرعت نور در خلا است. فورمول اخیر یکی از فورمول های مشهور انیشتین می باشد، مطابق این فورمول به هر کتله m یک مقدرا معین انرژی صدق می کند پس انرژی الکترون ساکن

$$E = mc^2, \text{ و انرژی الکترون متحرک}$$

$$E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} m_0 c^2$$

$$E = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)^{-1/2} \cdot m_0 c^2$$

هرگاه سرعت الکترون بسیار کوچک از سرعت نور باشد در آن صورت با استفاده از تقریب اول داریم:

$$E = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)^{-1/2} \cdot m_0 c^2 = \left(1 - \frac{1v^2}{2c^2} \right) m_0 c^2 = m_0 c^2 - \frac{1}{2} m_0 c^2$$

دیده می شود که انرژی الکترون متحرک متشکل از انرژی حالت سکون انرژی حرکتی می باشد.

$$E = m_0 c^2 - \frac{1}{2} m_0 v$$

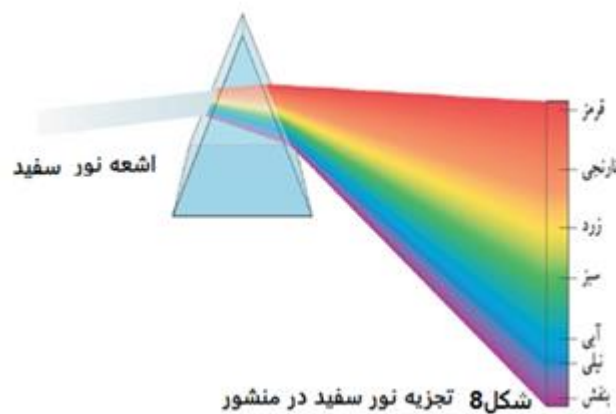
نظر به قیمت های معین کتله الکترون و سرعت نور در خلاء انرژی حالت سکون الکترون را می توان محاسبه کرد.

$$E = m_0 c^2 = (9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 8.19 \times 10^{-14} \text{ J}$$

تشعشع اتوم یا طیف اتوم

هرگاه در تشعشع الکترومقناطیسی تنها اشعه الکترومقناطیسی با یک نوع کوانت نوری وجود داشته باشد، این نوع اشعه را مونوکروماتیک (یک رنگ) یاد می کنند. و اگر در تشعشع الکترومقناطیسی تعداد زیاد کوانت های نوری با انرژی مختلف وجود داشته باشد، در این صورت گفته می شود که این تشعشع دارای خاصیت مونوکروماتیک نمی باشد. قیمت های مختلف انرژی این تشعشع را بنام طیف متمادی یاد می کنند. یعنی مجموعه نور قابل دید تشعشعات الکترومقناطیسی در یک تشعشع الکترومقناطیسی بنام طیف اشعه نور مذکور یاد می شود.

جهت مشاهده ساختار طیف ها وسایل مخصوص فیزیکی وجود دارد به طور مثال منشور شیشه ای آله ای است که نور سفید را به طیف های جداگانه تجزیه می کند، تجزیه نور توسط منشور شیشه ای به طیف های مرکبه آن بار اول توسط دانشمند انگلیسی بنام اسحق نیوتن صورت گرفته بود. نیوتن نور سفید (نور عادی) را از بین منشور عبور داده مشاهده نمود که نور مذکور بعد از عبور از منشور به هفت رنگ که بنام طیف سفید یاد می شود تجزیه گردید.



زمانی که نور سفید از منشور بگذرد گسترده شده و طیف را به وجود می آورد هر کدام از اجسام دارای تشعشع مخصوص خودش می باشند. ساختمان طیفی تشعشعات به چهار نوع می باشد.

طیف تشعشع مونوکروماتیک

در این طیف یک شعاع، یک طول موج و یک انرژی وجود دارد و طیف آن یک خط است



طیف خطی هایدروجن



طیف مونوکروماتیک سدیم

طیف تشعشع خطی

طیف خطی که ساده ترین شکل طیف می باشد. طیف خطی مربوط اتوم های منزوی می باشد یعنی اتوم ها امواج الکترومقناطیسی را به شکل خطوط طیف خطی تشعشع می کنند. در این صورت اتوم انرژی را با طول موج معین و مشخص انتشار می دهد. هرگاه گاز یا بخار یک ماده کیمیاوی را توسط یک قوس برقی یا شعله چراغ گرم کنیم، از آنها نور منتشر می شود. اگر شعاع این نوع نور را از یک منشور عبور دهیم یک طیف خطی به وجود می آید که تعداد محدود و قسمی خطوط رنگین

مجزا را تشکیل می دهد که هر یک از آنها مربوط به طول موج متفاوت از نور می باشد. طیف خطی هر عنصر منحصر به خود عنصر است. بناً طیف خطی به عنوان وسیله برای شناسایی یک عنصر به کار می رود

طیف تشعشع متمادی

طیف متمادی یا پیوسته را جامدات تشعشع می کنند. طیف آفتاب و جامدات درخشان چون چراغ وغیره متمادی اند در چنین طیف سرحد میان دو رنگ مشخص نبوده و در هم آمیخته می باشند و بسیار به هم نزدیک می باشند.

وقتی شعاعی نوری از یک منشور عبور می کند، یا خمیده می شود و یا می شکند، میزان شکست یک موج بستگی به طول آن دارد. یک موج با طول کوتاه بیشتر از موج با طول بلند خمیده می شود. چون نور سفید معمولی شامل کلیه امواج به طول موج های گسترش یافته مریی است. بناً این نور به صورت یک نوار پهن که به طیف پیوسته مشهور است منتشر می گردد یعنی بنفش با آبی، آبی با سبز و غیره تداخل دارد.



طیف متمادی یا پیوسته

طیف الکترومقناطیس شامل طول موج های بسیار طویل تر و کوتاه تر از طول موج نور مرئی است. امواج رادیویی طویل ترین طول موج ها و شعاع گاما کوتاه ترین طول موج ها را دارند. تابش ماورای بنفش طول موج های بین ۲۰۰ الی ۴۰۰ نانومتر دارند.

تابش ماورای بنفش همچو نور مرئی برای مطالعه ساختار اتمی و مالیکولی به کار می رود. طیف های ماورای بنفش و طیف های مرئی با تغییر حالت های انرژی الکترون ها تولید می شوند طیف ماورای بنفش یک عنصر یا ماده مرکب به شکل خطوط از نوار تشکیل شده است. تابش ماورای بنفش چنان پر انرژی است که الکترون ها را به شدت برانگیخته می سازد. انتقال الکترون ها از حالت عادی به حالت برانگیخته سبب تغییرات در مالیکول های مورد مطالعه می شود.

تابش های مرئی آنقدر مخرب نیستند زیرا انرژی آن ها کمتر از انرژی تابش های ماورای بنفش است. طیف ماورای بنفش و مرئی برای انواع تجزیه و تحلیل ها یکسان به کار می روند برای توصیف کامل ساختمان الکترونی یک ماده از هر دو نوع تجزیه و تحلیل باید کار گرفته شود.

سوالات و جوابات

سوال ۱ جملات:- ذیل را به دقت خوانده در مقابل جمله درست حرف (ص) و در مقابل جمله غلط حرف (غ) بگذارید.

در تعاملات کیمیای هیچ اتمی به اتم دیگر تبدیل نمی گردد، هیچ اتمی خود به خود ساخته نمی شود، هیچ اتمی از بین نمی رود. فقط اتم ها از هم جدا می شوند یا به هم می پیوندند. (ص)

در یک اتم خنثی تعداد الکترون های عنصر مساوی به تعداد نیوترون های عنصر است (غ)

به مجموعه تعداد پروتون ها یک عنصر نمراتی می گویند. (غ)

هرگاه یک الکترون از مدار برانگیخته به مدار پایین تر فروافتد، مقدار معینی انرژی از اتم تابش می کند که معمولاً این تفاوت انرژی اتم بین دو حالت برانگیخته و پایین به صورت انرژی نوری و کوانتم نور است. (ص)

سوال ۲:- خانه های خالی جملات ذیل را با کلمات مناسب پر نمایید.

نیلزبور معتقد بود که عامل تعیین کننده فواصل بین الکترون ها، (اندازهی انرژی) آن ها است.

وقتی که الکترون از یک مدار به مدار دیگر برود، انرژی آن به مقدار معین تغییر می نماید که آن را (یک کوانتم انرژی) می نامند

حد اکثر تعداد الکترون های که می تواند در یک مدار قرار گیرد. از فورمول $(2n^2)$ به دست می آید.

اگر اتم الکترون بگیرد یا الکترون خود را از دست بدهد در آن صورت اتم را به نام (آیون) یاد می کنند.

سوال ۳:- هر سوال چهار جواب داده شده که یکی آن درست است دور جواب در ست حلقه کنید.

۱. نور آفتاب دارای کدام نوع طیف می باشد؟

الف) طیف خطی (ب) طیف متمادی یا پیوسته

ج) طیف نواری (د) طیف مونوکروماتیک

۲. اشعه کتودی نخستین بار برای مشاهده چی امری بکار گرفته شد.

الف) محاسبه تعداد الکترون ها (ب) مشاهده پروتون ها

ج) مشاهده الکترون ها (د) مشاهده ذرات کوچکتر از اتم

۳. ذره چارج دار منفی را چی می نامند؟

الف) پروتون (ب) نیوترون

ج) الکترون (د) الکتروود

۴. اولین بار چی کسی موفق به اندازه گیری چارج الکترون شد

الف) ملیکان (ب) دالتون

ج) تامسون (د) فارادی

۵. قیمت $\frac{e}{m}$ مساوی است به:

الف) $1.6736 \times 10^{24} g$ (ب) $1.6022 \times 10^{-19} c$

ج) $1.6022 \times 10^{19} c$ (د) $1.75 \times 10^{11} c / kg$

سوال ۶-- کتله کدام یک از ذره های تشکیل دهنده اتم بیشتر است.

الف) پروتون (ب) الکترون

ج) نیوترون (د) هیچکدام

سوال ۷-- ذره بدون چارج در هسته اتم را چی می نامند.

الف) پروتون (ب) نیوترون

ج) الکترون (د) تابش گاما

سوال ۸- مورد استفاده از طیف خطی را بنویسید؟

جواب سوال ۸:- طیف خطی هر عنصر منحصر به خود عنصر است بنابر طیف خطی به عنوان وسیله شناسایی یک عنصر به کار می‌رود.

سوال ۹:- خواص مشترک نورها را بنویسید؟

جواب سوال ۹:- خواص مشترک نورها قرارذیل است.

نورها در خلا دارای سرعت ۳۰۰۰۰۰ کیلو متر فی ثانیه است.

نورهای مختلف دارای موجهای متفاوت و شدت متفاوت اند.

سرعت نورها در محیطهای شفاف متفاوت تغییر می‌کند

سوال ۱۰:- بنابر اصول قطعیت موقعیت و سرعت الکترونها را چگونه تعیین می‌نماییم؟

جواب سوال ۱۰:- برای آن که بتوانیم وضعیت ذره را دقیقتر محاسبه نماییم باید از نوری با طول موج کوتاه استفاده نماییم و در این صورت انرژی هر کوانتم نور افزایش یافته و سرعت ذره بیشتر تغییر خواهد کرد. این بدان معناست که هرچه بخواهیم مکان ذره را دقیقتر اندازه بگیریم، دقت اندازه گیری سرعت آن کمتر می‌شود و برعکس

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$$

منابع

شبکه ملی مدارس رشد

شبکه علم شیرین (زرین دشت)

کیمیا کانکور نویسنده جمشید رسا

کتاب رهنمای تدرسی فزیک معلمین نشرات تربیه معلم و معینت انکشاف نصاب تعلیمی تربیه معلم و مرکز ساینس

مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

www.ddl.af



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

