

راهنمایی آموزشی فزیک – صنف دوازدهم

اهداف آموزشی :

1. تابش جسم سیاه
2. شدت تابشی
3. طیف اتمی
4. طیف جذبی
5. مدل اتمی تامسون
6. مدل اتمی را در مورد
7. نظریه ماکس پلانک
8. اثر فوتو الکتریک

۱. تابش جسم سیاه

✓ تابش جسم سیاه به تابش الکترومغناطیسی حرارتی گفته می شود که توسط یک جسم ایده آل (جسم سیاه) در تعادل حرارتی با محیط اطرافش ساطع می شود این تابش دارای طیفی پیوسته است که تنها به دمای جسم بستگی دارد، نه به جنس یا شکل آن با کاهش دما، شدت تابش کاهش یافته و حداکثر آن به سمت طول موج های بلندتر حرکت می کند. مفاهیم «جسم سیاه» و «قانون پلانک» برای توصیف تابش جسم سیاه در فیزیک مدرن بنیادی بوده اند

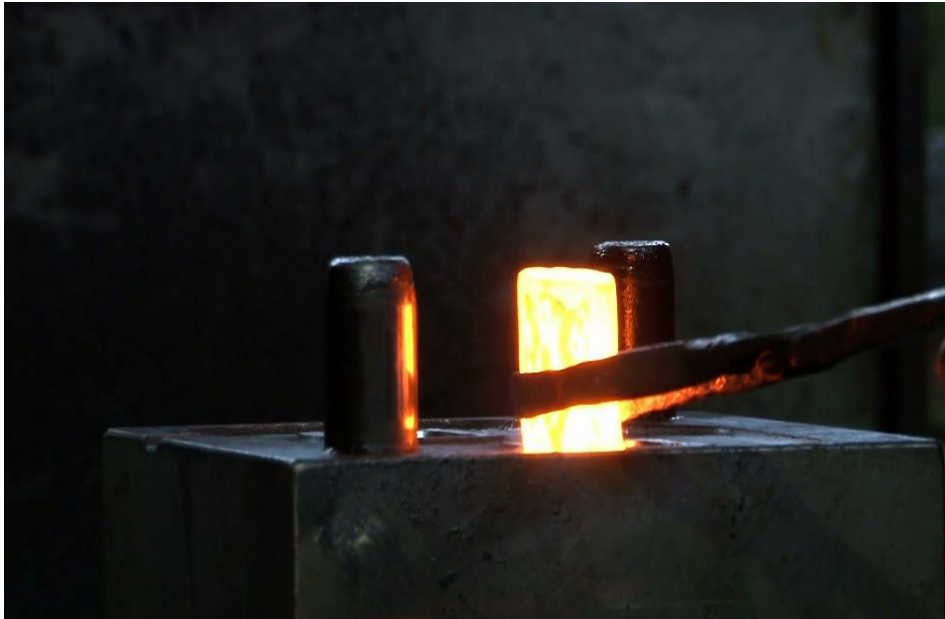
جسم سیاه چیست؟

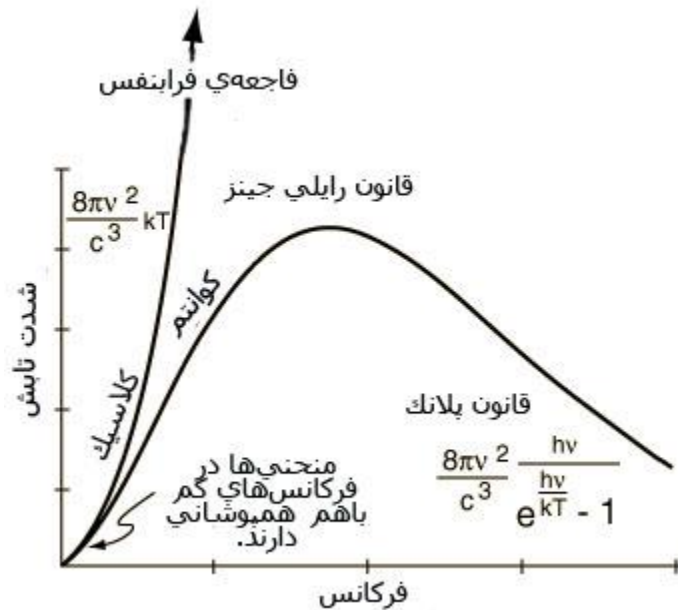
- یک جسم ایده آل که تمام تابش های الکترومغناطیسی فرودی را جذب می کند و هیچ نوری را بازتاب نمی دهد
- به همین دلیل، در دمای پایین، به نظر سیاه می رسد، اما در دماهای بالا تابش های حرارتی را ساطع می کند
- یک حفره کاملاً عایق با یک سوراخ کوچک، تقریب خوبی برای یک جسم سیاه ایده آل است

تابش جسم سیاه چه ویژگی هایی دارد؟

- تابش حرارتی: انرژی که از جسم سیاه ساطع می شود، از نوع امواج الکترومغناطیسی حرارتی است

- طیف دما-وابسته: طیف تابش (شدت در طول موج های مختلف) تنها به دمای جسم بستگی دارد و با تغییر دما تغییر می کند
- کاهش شدت و شیفت به طول موج های بلندتر با کاهش دما: وقتی دمای جسم سیاه کاهش می یابد، شدت کلی تابش کم شده و قله طیف به سمت طول موج های بلندتر (مانند مادون قرمز) جابجا می شود
- مبنای مکانیک کوانتومی: ماکس پلانک با ارائه فرمولی برای تابش جسم سیاه که با فیزیک کلاسیک ناسازگار بود، نظریه کوانتومی انرژی را پایه ریزی کرد اهمیت تابش جسم سیاه:
- رابطه با ستارگان و سیارات: تابش جسم سیاه، اولین تقریب خوب برای انرژی تابشی ستارگان (مانند خورشید) و سیارات است، هرچند که آن ها کاملاً جسم سیاه نیستند
- مفهوم بنیادی: این پدیده نقش اساسی در شکل گیری مفاهیم کوانتومی و درک فیزیک مدرن داشته است





3-: طیف اتمی

طیف اتمی به مجموعه فرکانس‌ها یا طول‌موج‌های نور (تابش الکترومغناطیسی) گفته می‌شود که یک اتم در اثر انتقال الکترون‌هایش بین سطوح انرژی مختلف منتشر یا جذب می‌کند. هر عنصر طیف اتمی منحصره‌فردی دارد که مانند اثر انگشت عمل کرده و به شناسایی آن عنصر کمک می‌کند. این طیف‌ها به‌صورت خطوط رنگی مشخصی ظاهر می‌شوند و نتیجه کوانتومی بودن اوربیتال‌های الکترونی هستند.

چگونگی ایجاد طیف اتمی

1. جذب انرژی: هنگامی که یک الکترون نوری را جذب کند، انرژی آن افزایش یافته و به یک سطح انرژی بالاتر (لایه دورتر) می‌رود.
2. انتشار انرژی: الکترون در لایه بالاتر ناپایدار است و به حالت پایه خود بازمی‌گردد. این بازگشت با انتشار یک فوتون با انرژی مشخص و فرکانس معین همراه است.
3. خطوط طیفی: چون سطوح انرژی در اتم‌ها کوانتومی و گسسته هستند، تنها فوتون‌هایی با انرژی‌های خاص (و در نتیجه فرکانس‌های خاص) می‌توانند منتشر شوند. این فوتون‌ها پس از تجزیه شدن، خطوط نوری خاصی را ایجاد می‌کنند که طیف اتمی آن عنصر را تشکیل می‌دهند.

2 :- شدت تابشی

شدت تابشی به مقدار کل انرژی تابش الکترومغناطیسی که در واحد زمان و در واحد زاویه فضایی توسط یک منبع ساطع یا دریافت می‌شود، گفته می‌شود. واحد استاندارد آن وات بر رادیان مربع (W/sr) است. این کمیت معمولاً با نماد "I" نمایش داده می‌شود و با انتگرال شار تابشی (Φ) بر زاویه فضایی (Ω) تعریف می‌شود. $I = d\Phi/d\Omega$: در نورسنجی (علم اندازه‌گیری نور)، مفهوم مشابهی با نام شدت نور یا کاندلا (cd) وجود دارد که به انرژی تابشی در طیف مرئی اشاره دارد.

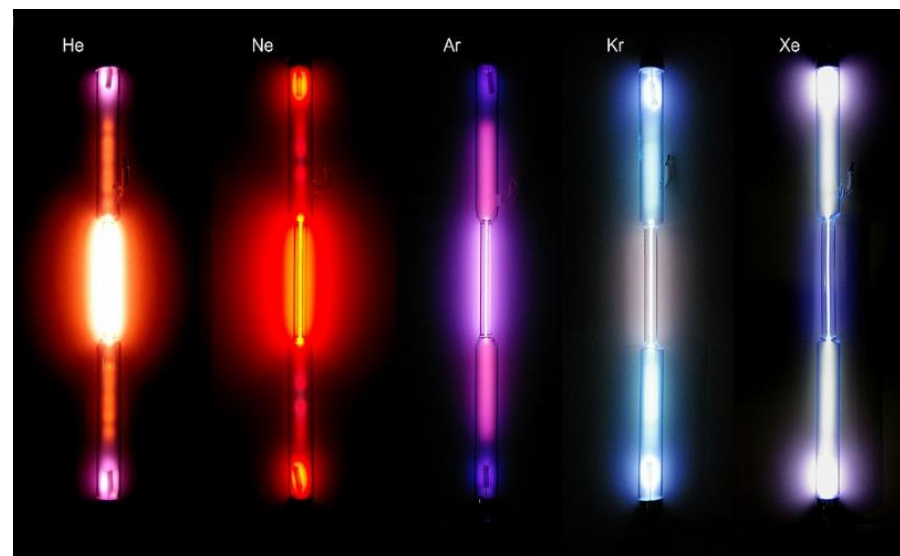
مفاهیم کلیدی:

- انرژی تابشی: شکلی از انرژی است که در قالب امواج الکترومغناطیسی منتشر می‌شود.
- شار تابشی: کل انرژی تابشی عبوری از یک سطح در واحد زمان است.
- زاویه فضایی: مقدار سه‌بعدی زاویه است که در فضا توسط یک شیء در یک نقطه ایجاد می‌شود و مانند زاویه در صفحه دو بعدی است.
- واحدها: در سیستم بین‌المللی یکاها (SI)، شدت تابش بر حسب وات بر رادیان مربع (W/sr) اندازه‌گیری می‌شود.
- تفاوت شدت تابش با سایر مفاهیم:

- شدت نور: در حالی که شدت تابش شامل تمام انرژی الکترومغناطیسی می‌شود، شدت نور به طور خاص به بخشی از آن انرژی اشاره دارد که قابل مشاهده برای چشم انسان است.
- تابش: (Irradiance) مفهوم دیگری در رادیومتری است که انرژی تابشی دریافت شده توسط یک سطح در واحد سطح را توصیف می‌کند و واحد آن وات بر متر مربع (W/m²) است.
- شدت تابش طیفی: این کمیت مربوط به شدت تابش در واحد فرکانس یا طول موج است و واحدهای آن متفاوت از شدت تابش کل است.
- به طور خلاصه، شدت تابشی ابزاری برای اندازه‌گیری "جهت‌دهی" انرژی تابشی از یک منبع به فضاست و به طور گسترده در زمینه‌های مختلف فیزیک برای توصیف امواج الکترومغناطیسی به کار می‌رود.

اهمیت و کاربردها

- شناسایی عناصر: طیف اتمی هر عنصر منحصر به فرد است و دانشمندان از این طریق می توانند ترکیب شیمیایی مواد یا حتی اجرام دور دست مانند خورشید را شناسایی کنند، بدون اینکه به آن ها دسترسی فیزیکی داشته باشند .
- درک ساختار اتم: طیف های اتمی، مدرکی مهم برای اثبات مدل اتمی کوانتومی و وجود سطوح انرژی گسسته برای الکترون ها



● 4-: طیف جذبی

طیف جذبی، کسری از تابش الکترومغناطیسی است که توسط یک ماده جذب می شود و به صورت خطوط تاریک در پس زمینه یک طیف پیوسته ظاهر می شود. این جذب در نتیجه انتقال الکترون ها از سطح انرژی پایین تر به سطوح انرژی بالاتر رخ می دهد و فرکانس های جذب شده با اختلاف انرژی بین این حالت های کوانتومی مطابقت دارد. طیف جذبی هر ماده منحصر به فرد است و بر اساس ترکیب اتمی و مولکولی آن تعیین می شود و به همین دلیل ابزار مهمی در شیمی تحلیلی برای شناسایی و اندازه گیری مواد به کار می رود .

نحوه تشکیل طیف جذبی

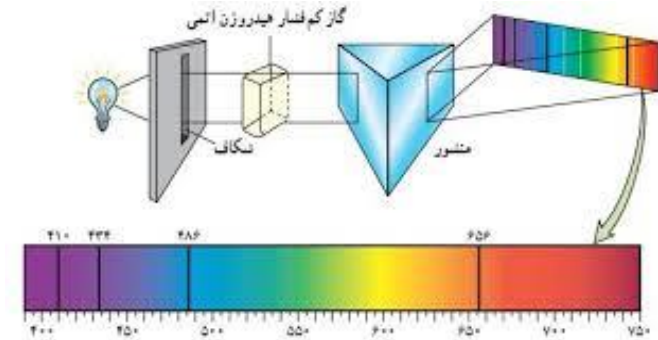
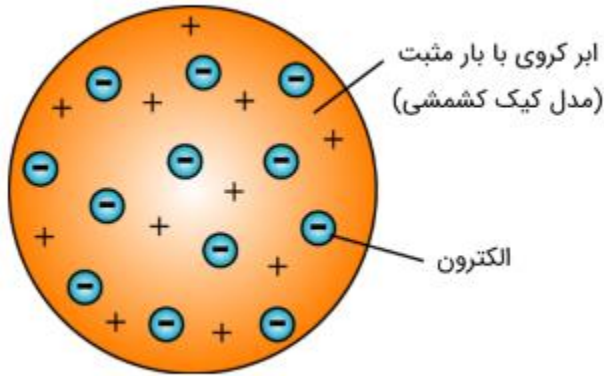
1. تاباندن نور به ماده: ابتدا نوری (معمولاً نور سفید) به ماده ای که حاوی اتم ها یا مولکول های است تابانده می شود.
2. جذب فوتون ها: الکترون های موجود در اتم ها و مولکول ها، فوتون های نور را در فرکانس های جذب می کنند که با اختلاف انرژی بین سطوح انرژی آن ها مطابقت دارد.
3. انتقال به سطوح بالاتر: با جذب انرژی، الکترون ها از حالت پایه به سطوح انرژی بالاتر انتقال می یابند.
4. مشاهده طیف: اگر نور عبوری از یک منشور عبور داده شود، طیف جذبی مشاهده می شود که در آن طول موج های جذب شده به صورت خطوط تاریک در یک زمینه روشن ظاهر می شوند .

ویژگی های طیف جذبی

- منحصر به فرد بودن: طیف جذبی هر ماده، مانند اثر انگشت مولکولی، منحصر به فرد است و با ساختار الکترونیکی و مولکولی آن ماده تعیین می شود .
- خطی یا پیوسته بودن: طیف جذبی می تواند به صورت پیوسته (در همه طول موج ها) یا خطی (تنها در طول موج های مشخص) باشد .
- کاربرد در شناسایی مواد: از آنجایی که هر ماده طیف جذبی منحصر به فردی دارد، می توان از این طیف ها برای شناسایی حضور یک ماده خاص در یک نمونه و اندازه گیری مقدار آن استفاده کرد .

مثال ها و کاربردها

- طیف سنجی فروسرخ (IR) و طیف بینی مرئی-فرابنفش (UV-Vis) اینها روش های رایجی هستند که از طیف جذبی برای تجزیه و تحلیل کیفی و کمی مواد در شیمی استفاده می کنند .
- نجوم: طیف جذبی برای مطالعه ترکیبات اتمی و مولکولی اجرام آسمانی به کار می رود .
- فیزیک مولکولی و اتمی: این روش در مطالعه ساختار و خواص اتم ها و مولکول ها کاربرد دارد .



5- مدل اتمی تامسون

مدل اتمی تامسون که به «مدل کیک کشمشی» یا «مدل پودینگ آلو» معروف است، اتم را به صورت کره‌ای از ماده با بار مثبت توصیف می‌کند که الکترون‌های منفی در آن پراکنده‌اند و تعداد الکترون‌ها به اندازه‌ای است که بار الکتریکی اتم خنثی شود. این مدل در سال ۱۹۰۴ توسط جوزف جان تامسون، فیزیکدان بریتانیایی، پس از کشف الکترون در سال ۱۸۹۷ ارائه شد و اولین مدلی بود که به وجود ذرات زیراتمی در ساختار اتم اشاره داشت.

ویژگی‌های مدل اتمی تامسون:

- کره‌ای با بار مثبت: اتم به صورت یک کره از ماده با بار مثبت در نظر گرفته می‌شود.
- پراکندگی الکترون‌ها: الکترون‌های منفی با جرم بسیار کم به طور یکنواخت در داخل این کره مثبت پراکنده‌اند، مانند کشمش‌هایی که در کیک پخش شده‌اند.
- خنثی بودن اتم: تعداد الکترون‌های منفی در اتم برای خنثی کردن بار مثبت کره کافی است و در نتیجه اتم از نظر الکتریکی خنثی است.
- نقطه شروع درک اتم: این مدل اولین تلاش برای درک ساختار داخلی اتم‌ها و وجود ذرات زیراتمی بود.

نقص مدل و جایگزینی آن:

مدل تامسون با آزمایش معروف **رادرفورد** در سال ۱۹۱۱ رد شد. آزمایش رادرفورد نشان داد که اتم دارای یک هسته کوچک و متمرکز با بار مثبت است، نه یک کره مثبت با بار الکتریکی پراکنده. مدل رادرفورد که الکترون‌ها را در مدارهای اطراف هسته قرار می‌داد، جایگزین مدل تامسون شد.

6- مدل اتمی رادرفورد

مدل اتمی رادرفورد، که در سال ۱۹۱۱ توسط ارنست رادرفورد ارائه شد، بیان می‌کند که اتم دارای یک هسته کوچک، چگال و با بار مثبت است که بیشتر جرم اتم را در خود جای داده است و الکترون‌های با بار منفی مانند سیارات به دور این هسته می‌چرخند. این مدل از آزمایش پراکندگی ذرات آلفا توسط ورقه طلای نازک ناشی شد که نشان داد بیشتر ذرات از اتم عبور می‌کنند اما درصد کوچکی با زاویه‌ای بیش از ۹۰ درجه بازمی‌گردند.

جزئیات مدل رادرفورد

- هسته مرکزی: رادرفورد نتیجه گرفت که مرکز اتم یک هسته کوچک و چگال است که دارای بار مثبت است.
- فضای خالی: بخش عمده‌ای از حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.
- مدار الکترون‌ها: الکترون‌ها با بار منفی در مدارهایی به دور هسته می‌چرخند، شبیه به سیارات که به دور خورشید می‌گردند.
- آزمایش فویل طلا (آزمایش رادرفورد)
 - در این آزمایش، باریکه ذرات آلفا (هسته هلیوم) به ورقه نازکی از طلا تابیده شد.
 - بیشتر ذرات آلفا مستقیماً از ورقه عبور کردند یا به مقدار کمی منحرف شدند.

که انرژی به صورت پیوسته ساطع نمی شود، بلکه به صورت بسته های گسسته (کوانتوم) منتشر می شود و مقدار این انرژی برابر با مضرب صحیحی از « ثابت پلانک » است. این نظریه برای حل « فاجعه فرابنفش » در فیزیک کلاسیک ارائه شد و پایه ی فیزیک مدرن و « مکانیک کوانتومی » را بنا نهاد .

زمینه ی پیدایش نظریه پلانک

- **مشکل فیزیک کلاسیک:** فیزیک کلاسیک نمی توانست « تابش جسم سیاه » را به درستی توصیف کند. طبق این نظریه، اجسام داغ باید در طول موج های کوتاه (فرابنفش) انرژی بی نهایت ساطع کنند که این « فاجعه فرابنفش » نامیده می شود، اما در عمل چنین نبود .
- **مفهوم کوانتومی:** برای حل این مشکل، پلانک پیشنهاد کرد که انرژی تابشی به صورت پیوسته، بلکه در مقادیر گسسته و « کوانتای » ساطع می شود .
- **مفاهیم کلیدی نظریه پلانک**

- **کوانتوم:** مفهوم اصلی نظریه کوانتومی، که نشان می دهد انرژی در « بسته های » مشخص و گسسته منتقل می شود .
- **ثابت پلانک (h):** یک ثابت فیزیکی بسیار کوچک که انرژی هر کوانتوم را تعیین می کند و انرژی ساطع شده از یک جسم، مضربی صحیح از این ثابت است .
- **فرمول پلانک:** فرمولی که توزیع انرژی تابشی جسم سیاه را در طول موج ها و دماهای مختلف به دقت پیش بینی می کند .
- **اهمیت نظریه پلانک**
- **مبنای فیزیک کوانتومی:** کشف پلانک، پایه ی نظریه ی کوانتومی و درک فرآیندهای اتمی و زیراتمی را بنیان نهاد .
- **جایزه نوبل:** در سال ۱۹۱۸، بخاطر این اکتشاف ارزشمند، جایزه نوبل فیزیک به ماکس پلانک اهدا شد .
- **تأثیر بر فیزیک مدرن:** این نظریه دیدگاه انسان نسبت به جهان را به طور چشمگیری تغییر داد و زمینه ی پیشرفت های بیشتر توسط فیزیکدانانی چون انیشتین و بور را فراهم کرد .

- اما درصد بسیار کوچکی از ذرات با زاویه ای بیشتر از ۹۰ درجه به عقب بازگشتند، که این نشان دهنده وجود یک هسته چگال و پرچرم در اتم بود .

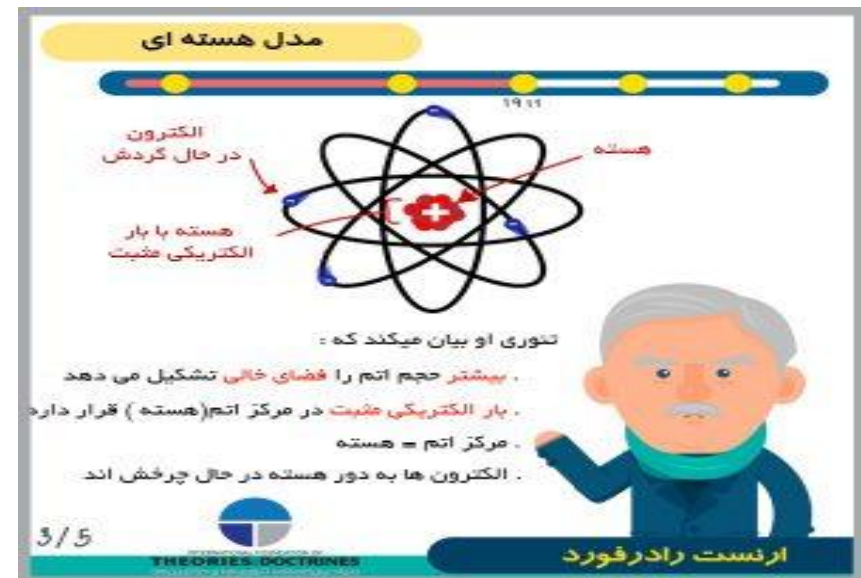
محدودیت های مدل رادرفورد

- مدل رادرفورد بر اساس فیزیک کلاسیک بود و توضیح نمی داد که چرا الکترون های در حال چرخش تابش الکترومغناطیسی ساطع نمی کنند و به درون هسته سقوط نمی کنند.

- این مدل تنها به توصیف ساختار اتم پرداخت و جایگاه دقیق الکترون ها را مشخص نکرد .

اهمیت و تأثیر مدل رادرفورد

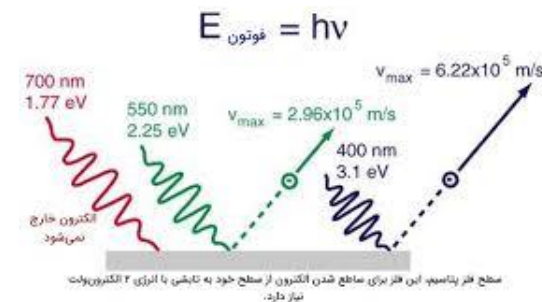
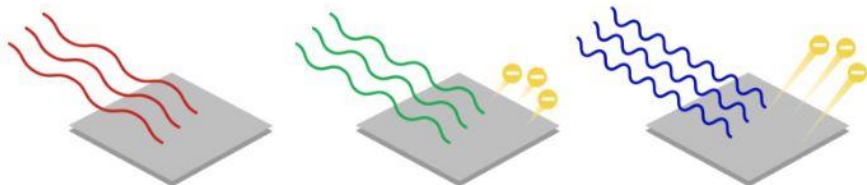
- مدل رادرفورد یک تحول بزرگ در درک ساختار اتم بود و منجر به کشف هسته اتم شد .
- این مدل راه را برای مدل های اتمی بعدی، از جمله مدل اتمی بور که از مفاهیم کوانتومی استفاده می کرد، هموار کرد .



7:.. نظریه ماکس پلانک

«نظریه ماکس پلانک «معمولاً به» نظریه کوانتومی «اشاره دارد که در سال ۱۹۰۰ توسط ماکس پلانک پایه گذاری شد و انقلابی در فیزیک ایجاد کرد. پلانک با ابداع مفهوم « کوانتوم»، بیان کرد

- مطالعه اثر فوتوالکتریک نقش مهمی در درک کوانتومی نور ایفا کرد و به عنوان یکی از پایه‌های فیزیک کوانتوم شناخته می‌شود.



8:.. اثر فوتوالکتریک

اثر فوتوالکتریک پدیده‌ای است که در آن ماده با جذب انرژی فوتون (بسته انرژی نور) الکترون‌های خود را آزاد می‌کند، که این پدیده یکی از شواهد کلیدی اثبات ماهیت ذره‌ای نور است و توسط آلبرت اینشتین توضیح داده شد که به خاطر آن جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد. این اثر هنگامی رخ می‌دهد که انرژی فوتون ورودی بیش از حد لازم برای جدا کردن الکترون از ماده (تابع کار) باشد.

نکات کلیدی اثر فوتوالکتریک:

- جدا شدن الکترون: وقتی نور با بسامد مناسب به سطح یک ماده (معمولاً فلز) می‌تابد، الکترون‌های آن ماده آزاد می‌شوند.
- فوتون: نور به صورت بسته‌های انرژی کوانتومی به نام فوتون عمل می‌کند و انرژی هر فوتون مستقیماً با بسامد (فرکانس) نور متناسب است.
- تابع کار: برای اینکه یک الکترون از سطح ماده جدا شود، انرژی فوتون ورودی باید از مقدار مشخصی به نام تابع کار آن ماده بیشتر باشد.
- شواهد ماهیت ذره‌ای نور: برخلاف پیش‌بینی‌های فیزیک کلاسیک که می‌گفت نور با انرژی کافی و گذشت زمان می‌تواند باعث جدا شدن الکترون شود، در واقعیت با تاباندن نور با بسامد پایین‌تر، اثر فوتوالکتریک مشاهده نمی‌شود. اینشتین با نظریه فوتون (بسته‌های انرژی) این معما را حل کرد و نشان داد که انرژی به صورت مجزا منتقل می‌شود نه به صورت پیوسته.
- کشف و اهمیت:
- این پدیده توسط هایزنبرگ هرگز کشف شد، اما اینشتین با ارائه نظریه فوتون، توانست آن را به‌طور کامل توضیح دهد.