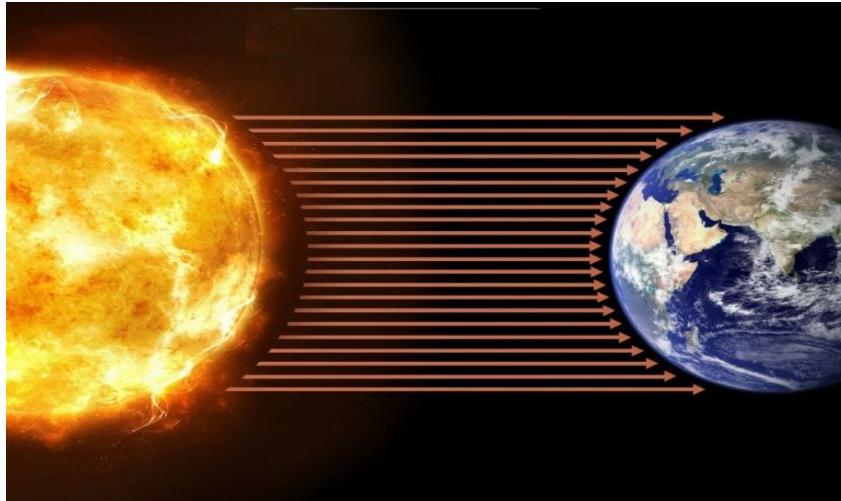


اهداف آموزشی:

1. تشعشع حرارتی دارای مشخصات ذیل است
2. مقادیری که بر روی جذب حرارت تأثیر می گذارد
3. جسم سیاه مطلق
4. قانون تشعشع
5. قانون وین
6. قانون ستیفان
7. فیزیک اتمی
8. نارسایی های فیزیک کلاسیک



2 - مقادیری که بر روی جذب حرارت تأثیر می گذارد

قادر اصلی که بر جذب یا انتقال گرما تأثیر می گذارند عبارتند از ***رسانایی حرارتی** (ضریب انتقال حرارت) ** و **جرم گرمایی** (ظرفیت حرارتی ویژه)، که هر دو به نوع و خواص ماده بستگی دارند. رسانایی حرارتی میزان سرعت عبور گرما از ماده را نشان می دهد و جرم گرمایی مقدار گرمایی است که یک ماده می تواند برای افزایش دمای آن جذب کند

رسانایی حرارتی (ضریب انتقال حرارت)

این مقدار نشان می دهد که یک ماده چقدر خوب گرما را هدایت می کند .

- مواد با رسانایی حرارتی بالا: مانند مس، آلومینیوم و نقره، گرما را به سرعت منتقل می کنند و برای کاربردهایی مانند مبدل های حرارتی و سینک های حرارتی مناسب هستند
 - مواد با رسانایی حرارتی پایین: مانند فولاد و پشم سنگ، گرما را به خوبی منتقل نمی کنند و به عنوان عایق عمل می کنند
- جرم گرمایی (ظرفیت حرارتی ویژه)**
- این مقدار نشان دهنده مقدار انرژی گرمایی است که برای بالا بردن دمای یک واحد جرم از ماده به مقدار مشخصی لازم است .

- موادی با جرم گرمایی بالا، مقدار زیادی گرما را برای افزایش دمایشان جذب می کنند.

- موادی با جرم گرمایی پایین، با جذب مقدار کمتری گرما، دمایشان افزایش می یابد.

فاکتورهای تأثیرگذار دیگر:

- **ضخامت و مساحت:** هرچه ضخامت ماده بیشتر باشد و مساحت سطح آن کمتر، انتقال گرما کمتر می شود .

1: تشعشع حرارتی دارای مشخصات ذیل است

تشعشع حرارتی دارای ویژگی های اصلی زیر است: ماهیت موج الکترومغناطیسی دارد، در خلاء نیز منتشر می شود، به طور مستقیم و خطی پخش می شود، و شدت آن با مربع فاصله نسبت معکوس دارد. این نوع تشعشع به محیط مادی برای انتشار نیاز ندارد و با سرعت نور حرکت می کند .

مشخصات تشعشع حرارتی:

1. ماهیت موج الکترومغناطیسی: تشعشع حرارتی یک موج الکترومغناطیسی است، مانند نور.

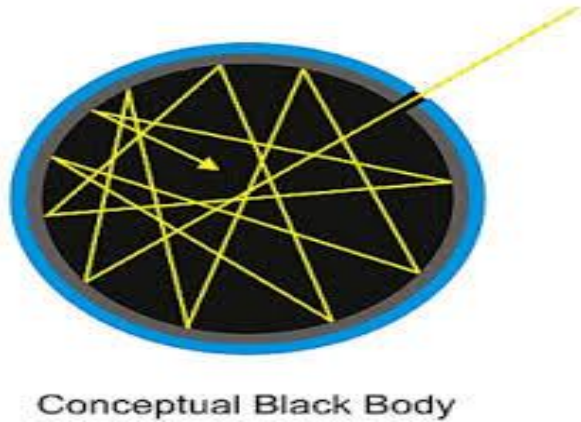
2. قابلیت انتشار در خلاء: این تشعشع نیازی به محیط مادی برای انتشار ندارد و می تواند در فضای خلاء نیز منتقل شود.

3. انتشار مستقیم و خطی: تشعشع حرارتی در خط مستقیم و مانند نور منتشر می شود.

4. قانون مربع معکوس: شدت این تشعشع با مجذور فاصله از منبع نسبت عکس دارد؛ یعنی هرچه فاصله بیشتر شود، شدت تشعشع کمتر می شود.

5. سرعت انتشار: این تشعشع با سرعت نور حرکت می کند .

- پایه مکانیک کوانتومی: مفهوم تابش جسم سیاه و تحلیل آن توسط ماکس پلانک، یکی از پیش‌گامان ظهور نظریه مکانیک کوانتومی بود.
- مدل‌سازی پدیده‌های فیزیکی: جسم سیاه به عنوان یک مدل ایده‌آل، در توصیف تابش حرارتی اجرام آسمانی مانند ستارگان و سیارات، و همچنین در طراحی ابزارهای اپتیکی و تلسکوپ‌ها، کاربرد دارد.
- پدیده‌های طبیعی: اجرام داغی که در تعادل حرارتی هستند، مانند ستارگان، رفتار تابشی نزدیکی به جسم سیاه دارند و مطالعه طیف آن‌ها، اطلاعات مهمی درباره دما و ترکیب آن‌ها به دست می‌دهد.



Conceptual Black Body

4: - قانون تشعشع

قانون تشعشع حرارتی به دو قانون اصلی اشاره دارد: **قانون استفان-بولتزمن** که میزان کل انرژی تابش شده از یک سطح را توصیف می‌کند و متناسب با توان چهارم دمای مطلق آن است ($\phi q \propto T^4$)، و **قانون کیرشهف** که نسبت جذب و نشر تابش یک جسم در دمای تعادل ترمودینامیکی را بیان می‌کند و بر اساس آن، جسمی که ساطع‌کننده خوبی است، جاذب خوبی نیز می‌باشد این قوانین به درک چگونگی انتقال گرما از طریق امواج الکترومغناطیسی کمک می‌کنند

قوانین مهم تشعشع حرارتی:

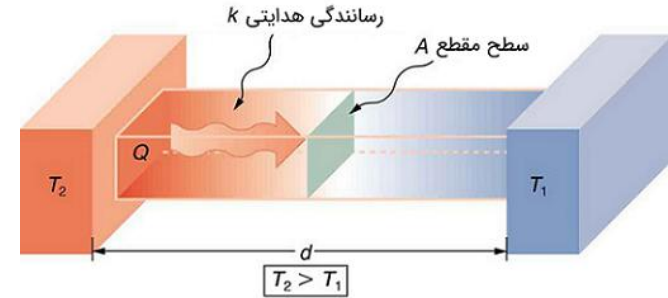
1. قانون استفان-بولتزمن (Stefan-Boltzmann Law)

○ **توصیف:** این قانون بیان می‌کند که انرژی کل تابش شده از یک جسم (جسم سیاه)، که یک ساطع‌کننده کامل و جاذب کامل است، با توان چهارم دمای مطلق آن (T) متناسب است

○ **رابطه:** به طور کلی، این قانون به صورت $\phi q = \epsilon \sigma T^4$ بیان می‌شود، که در آن:

$$\phi q = \text{شدت انرژی تابشی}$$

- **رنگ و بافت سطح:** سطوح تیره و مات بیشتر گرما را جذب می‌کنند تا سطوح روشن و براق.
- **جریان هوا (همرفت):** (جابجایی هوا بر روی سطح ماده می‌تواند در میزان انتقال حرارت مؤثر باشد. با توجه به این مقادیر، می‌توان مواد و طراحی‌های مناسبی را برای کاربردهای مختلف مانند گرمایش، سرمایش و عایق‌بندی انتخاب کرد



3: - جسم سیاه مطلق

جسم سیاه مطلق یا جسم سیاه، یک مفهوم نظری در فیزیک است که تمام انرژی تابشی الکترومغناطیسی که بر آن می‌تابد را جذب می‌کند و در تعادل حرارتی، تابشی را بر اساس دمای خود ساطع می‌نماید. این تابش، که «تابش جسم سیاه» نام دارد، طیفی پیوسته دارد و شدت آن در طول موج‌های مختلف، تنها به دمای جسم بستگی دارد و مستقل از جنس و شکل آن است.

ویژگی‌های کلیدی جسم سیاه:

- **جذب‌کننده کامل:** یک جسم سیاه ایده‌آل هیچ تابشی را منعکس نمی‌کند و تمام تابش‌های فرودی را بدون توجه به فرکانس یا زاویه، جذب می‌نماید.
 - **تابش‌کننده کامل:** در تعادل حرارتی، جسم سیاه تمام انرژی تابشی را که در همان دما توسط هر جسم دیگری ساطع می‌شود، منتشر می‌کند.
 - **وابستگی طیف به دما:** شدت تابش جسم سیاه در طول موج‌های مختلف به دمای آن بستگی دارد؛ با افزایش دما، اوج طیف تابش به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر و شدت تابش به طور کلی افزایش می‌یابد.
 - **ایده‌آل بودن مفهوم:** هیچ جسم واقعی در طبیعت کاملاً سیاه نیست، اما اجسام ساخته شده از مواد فوق‌العاده جاذب یا حفره‌های کوچک با دیواره‌های سیاه، می‌توانند تقریب‌های بسیار خوبی از جسم سیاه باشند.
- اهمیت و کاربرد:**

$\epsilon =$ ضریب گسیل (برای جسم سیاه کامل $\epsilon=1$ است)

$\sigma =$ ثابت استفان-بولتزمن

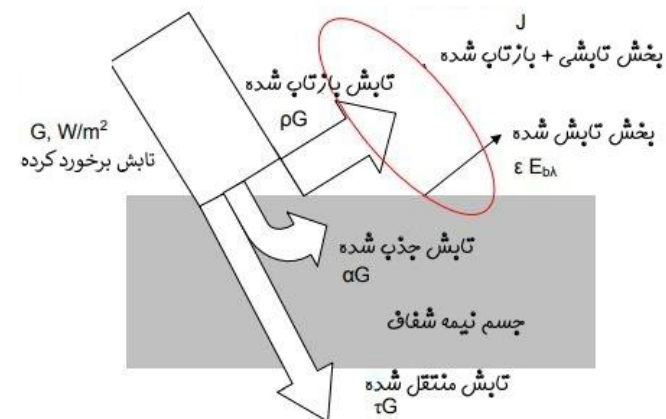
$T =$ دمای مطلق جسم بر حسب کلوین.

قانون کیرشهف (Kirchhoff's Law of Thermal Radiation)

- **توصیف:** این قانون در مورد نسبت جذب و نشر تابش حرارتی توسط یک جسم در تعادل ترمودینامیکی (دما ثابت) صدق می‌کند.
- **مفهوم:** این قانون می‌گوید که برای هر جسمی در دمای معین، نسبت توان تابشی خروجی آن به ضریب جذب آن، برابر با تابع جهانی تابش یک جسم سیاه کامل در همان دما و طول موج است [2، 3].
- **کاربرد:** این قانون رابطه‌ای بین خواص جذب و نشر اجسام برقرار می‌کند. اجسامی که ساطع کننده‌های خوبی هستند (امواج حرارتی را خوب منتشر می‌کنند)، جاذب‌های خوبی نیز هستند. به عنوان مثال، سطح نقره‌ای یک قطره چکان ضعیف و جاذب ضعیف است، در حالی که سطح سیاه شده یک قطره چکان و جاذب عالی محسوب می‌شود.

مفهوم جسم سیاه:

- جسم سیاه یک مفهوم ایده‌آل در فیزیک است که تمام تابش‌های ورودی (از هر طول موج و جهتی) را جذب می‌کند و هیچ تابشی را بازتاب نمی‌دهد پ
- یک جسم سیاه در دمای معین، بیشترین انرژی ممکن را ساطع می‌کند و به عنوان یک معیار برای مقایسه سایر اجسام در تشعشع حرارتی استفاده می‌شود



5 - قانون وین

قانون جابجایی وین رابطه میان طول موج بیشینه تابش جسم سیاه و دمای آن را شرح می‌دهد و می‌گوید که با افزایش دمای جسم، طول موج این تابش به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر جابه‌جا می‌شود. فرمول این قانون به صورت « $\lambda_{max} * T = b$ » است که در آن λ_{max} طول موجی است که تابش در آن بیشینه است و T دمای مطلق جسم بر حسب کلوین، و b ثابت وین است. این قانون به توضیح پدیده‌هایی مانند تغییر رنگ اجسام با افزایش دما کمک می‌کند.

مفهوم قانون جابجایی وین

- **رابطه معکوس با دما:** این قانون نشان می‌دهد که هرچه جسم داغ‌تر باشد، طول موجی که بیشترین انرژی را از خود تابش می‌کند، کوتاه‌تر است
- **"جابجایی" به سمت کوتاه موج:** واژه "جابجایی" به این نکته اشاره دارد که با افزایش دما، قله منحنی تابش (بیشینه انرژی تابشی) به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر حرکت می‌کند
- **فرمول قانون جابجایی وین**
این قانون به صورت زیر بیان می‌شود:
 $\lambda_{max} * T = b$
- **λ_{max} لامبدا ماکس:** (طول موجی است که در آن شدت تابش جسم سیاه به حداکثر می‌رسد) بر حسب متر یا میکرومتر
- **T تا:** (دمای مطلق جسم بر حسب کلوین است)
- **b:** ثابت وین است که مقدار آن تقریباً برابر با 2.898×10^{-3} متر-کلوین است
- **کاربردها و مثال‌ها**

- **رنگ اجسام با دما:** این قانون به توضیح تغییر رنگ اجسام با افزایش دما کمک می‌کند. اجسام سردتر در طیف مادون قرمز می‌درخشند، در حالی که با افزایش دما، رنگ آن‌ها از قرمز به نارنجی و سپس زرد و سفید تغییر می‌کند
- **رنگ خورشید:** دمای سطح خورشید حدود 5800 کلوین است و بیشترین شدت تابش آن در محدوده نور مرئی (نزدیک به زرد) قرار دارد

- این قانون رابطه بین انرژی کلی تابش شده و دمای جسم را بیان می‌کند.
- نام این قانون ترکیبی از نام جوزف استفان و لودویگ بولتزمن است که هر کدام به سهمی در تبیین آن نقش

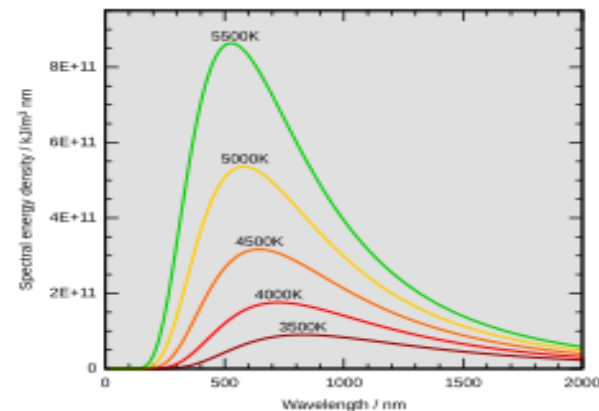
$$P = \epsilon \sigma AT^4$$

Power (Watts) → Surface area of emitter (m²) → Absolute temperature (K)

Emissivity ($\epsilon = 1$ for a perfect black body)

Stefan-Boltzmann constant 5.67×10^{-8} Watts/m².K⁴

e.g.. ■ Back body (matt) 1.00 ■ Aluminium foil 0.04 ■ Concrete 0.85



6: -. قانون استفان

قانون استفان یا قانون استفان-بولتزمن، قانونی در فیزیک است که رابطه بین کل انرژی تابش شده از سطح یک جسم و دمای ترمودینامیکی آن جسم را توصیف می‌کند طبق این قانون، انرژی تابشی کل در واحد سطح و واحد زمان با توان چهارم دمای جسم متناسب است. این قانون توسط جوزف استفان به صورت تجربی و لودویگ بولتزمن به صورت نظری استخراج شد و برای اجسام سیاه ایده‌آل به صورت {الرمز σT^4 } بیان می‌شود که در آن {الرمز σ } ثابت استفان-بولتزمن و الرمز T دمای جسم بر حسب کلونین است

فرمول قانون استفان-بولتزمن:

$$M = \sigma T^4$$

○ M: انرژی تابشی کل در واحد سطح و واحد زمان.

○ σ (سیگما): ثابت استفان-بولتزمن (5.670×10^{-8} وات بر متر مربع بر کلونین به توان چهار).

○ T: دمای مطلق جسم بر حسب کلونین = (K)

مفهوم کلیدی: الجسم الأسود (Blackbody)

• جسم سیاه یک جسم ایده‌آل است که هر نوری را که به آن می‌تابد، بدون انعکاس، جذب می‌کند

• این مفهوم در قانون استفان-بولتزمن کاربرد دارد؛ انرژی تابش شده از سطح یک جسم سیاه ایده‌آل، با توان چهارم دمای آن نسبت مستقیم دارد.

نکات مهم:

7: -. فیزیک اتمی

فیزیک اتمی شاخه‌ای از فیزیک است که به مطالعه‌ی اتم‌ها به صورت یک سیستم منفرد، شامل ساختار داخلی، آرایش الکترون‌ها، و برهم‌کنش‌های آن‌ها با انرژی‌ها و میدان‌های الکترومغناطیسی می‌پردازد این رشته برخلاف فیزیک هسته‌ای که به مطالعه‌ی هسته‌ی اتم می‌پردازد، اتم را به عنوان یک کل در نظر می‌گیرد

موضوعات اصلی در فیزیک اتمی:

- ساختار اتم: بررسی ساختار داخلی اتم که شامل یک هسته و الکترون‌های اطراف آن است.
- آرایش الکترون‌ها: مطالعه‌ی چگونگی آرایش الکترون‌ها در پوسته‌های مختلف اطراف هسته.
- برانگیختگی و یونیزاسیون: بررسی فرآیندهایی که در آن الکترون‌ها انرژی جذب کرده و به سطوح بالاتر انرژی منتقل می‌شوند (برانگیختگی) یا از اتم خارج می‌شوند (یونیزاسیون)
- برهم‌کنش‌ها: مطالعه‌ی چگونگی واکنش اتم‌ها با نور (فوتون‌ها) و سایر ذرات، و همچنین میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی
- تفاوت فیزیک اتمی با فیزیک هسته‌ای:

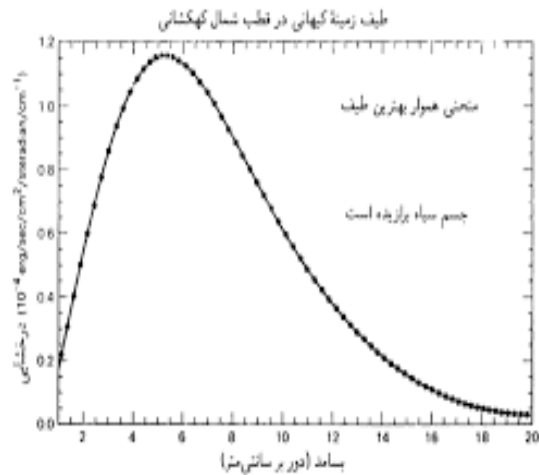
• فیزیک اتمی: تمرکز بر کل اتم و به خصوص رفتار الکترون‌ها در اطراف هسته است.

• فیزیک هسته‌ای: تمرکز بر مطالعه‌ی ساختار هسته‌ی اتم و ترکیبات و برهم‌کنش‌های آن کاربردها:

اگرچه فیزیک اتمی مستقیماً به کاربردهای گسترده‌ای نمی‌پردازد، اما مفاهیم آن پایه‌ای برای بسیاری از علوم و فناوری‌های دیگر است. برخی از کاربردهای فیزیک اتمی در زمینه‌هایی مانند لیزر، طیف‌سنجی، و درک پدیده‌های کوانتومی مشهود است

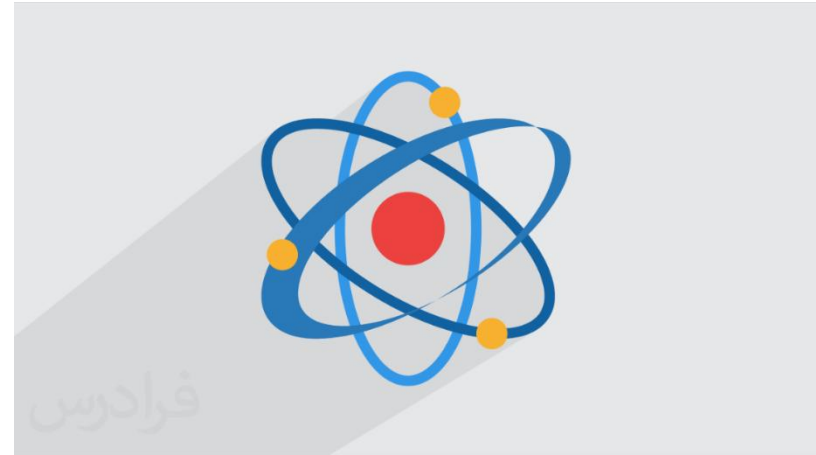
نارسایی‌های دیگر:

- **هدایت فوق‌العاده (Superconductivity):** یک حالت فیزیکی که در آن مواد در دماهای بسیار پایین هیچ مقاومتی در برابر جریان الکتریکی نشان نمی‌دهند، کاملاً با فیزیک کلاسیک قابل تبیین نبود.
 - **فراسیالی بودن (Superfluidity):** مشاهده اینکه برخی مایعات در دمای بسیار پایین خواصی مانند جریان بدون اصطکاک از خود نشان می‌دهند، از محدودیت‌های فیزیک کلاسیک بود.
- این نارسایی‌ها نشان دادند که فیزیک کلاسیک برای تبیین پدیده‌ها در مقیاس‌های بسیار کوچک (اتم‌ها) و در شرایط خاص (دماهای پایین) کافی نیست، و منجر به توسعه نظریه‌های مدرن مانند نظریه نسبیت انیشتین و مکانیک کوانتومی شد



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. نظریهٔ ماکس پلانک
8. اثر فوتو الکتریک



8: -. نارسایی‌های فیزیک کلاسیک

نارسایی‌های فیزیک کلاسیک شامل ناتوانی در تبیین پدیده‌هایی مانند تابش جسم سیاه، اثر فوتوالکتریک، وابستگی دمایی ظرفیت گرمایی جامدات و طیف خطی اتم‌ها بود. این نارسایی‌ها باعث ایجاد شکاف‌هایی در درک جهان شد که با ظهور فیزیک مدرن، به ویژه کوانتوم، حل شدند.

در ادامه به برخی از مهم‌ترین نارسایی‌های فیزیک کلاسیک اشاره می‌شود:

در زمینه تابش جسم سیاه و طیف اتمی:

- **مشکل «فاجعه فرابنفش»:** فیزیک کلاسیک پیش‌بینی کرد که یک جسم داغ باید بیشترین تابش را در طول‌موج‌های کوتاه (فرابنفش) داشته باشد، که با مشاهدات تجربی در تناقض بود و به «فاجعه فرابنفش» معروف است.
- **طیف خطی اتم‌ها:** پیش‌بینی‌های فیزیک کلاسیک نشان می‌داد که اتم‌ها با چرخش الکترون‌ها به دور هسته، تابش انرژی به صورت پیوسته، در نهایت فرو می‌پاشند. اما این امر مشاهده نشد و اتم‌ها پایدار بودند. در زمینه پدیده‌های کوانتومی:
- **اثر فوتوالکتریک:** فیزیک کلاسیک قادر به توضیح این پدیده نبود که چگونه نور با فرکانس معین می‌تواند باعث آزاد شدن الکترون از سطح فلز شود، اما فرکانس‌های کمتر، حتی با شدت زیاد، این کار را نمی‌توانند.
- **وابستگی دمایی ظرفیت گرمایی جامدات:** پیش‌بینی کلاسیک ظرفیت گرمایی جامدات را مستقل از دما نشان می‌داد، که با اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی (به خصوص در دماهای پایین) مغایرت داشت.
- **اثر کامپتون و اثر رامان:** این پدیده‌ها که شامل پراکندگی پرتو ایکس و نور توسط الکترون‌ها با تغییر طول‌موج است، کاملاً با مفاهیم کلاسیک قابل توضیح نبود.

● ۱: تابش جسم سیاه

☑ تابش جسم سیاه به تابش الکترومغناطیسی حرارتی گفته می‌شود که توسط یک جسم ایده‌آل (جسم سیاه) در تعادل حرارتی با محیط اطرافش ساطع می‌شود 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 موج‌های بلندتر حرکت می‌کند. مفاهیم «جسم سیاه» و «قانون پلانک» برای توصیف تابش جسم سیاه در فیزیک مدرن بنیادی بوده‌اند

جسم سیاه چیست؟

- یک جسم ایده‌آل که تمام تابش‌های الکترومغناطیسی فرودی را جذب می‌کند و هیچ نوری را بازتاب نمی‌دهد
- به همین دلیل، در دمای پایین، به نظر سیاه می‌رسد، اما در دماهای بالا تابش‌های حرارتی را ساطع می‌کند
- یک حفره کاملاً عایق با یک سوراخ کوچک، تقریب خوبی برای یک جسم سیاه ایده‌آل است

تابش جسم سیاه چه ویژگی‌هایی دارد؟

- تابش حرارتی: انرژی که از جسم سیاه ساطع می‌شود، از نوع امواج الکترومغناطیسی حرارتی است
- طیف دما-وابسته: طیف تابش (شدت در طول موج‌های مختلف) تنها به دمای جسم بستگی دارد و با تغییر دما تغییر می‌کند
- کاهش شدت و شیفت به طول موج‌های بلندتر با کاهش دما: وقتی دمای جسم سیاه کاهش می‌یابد، شدت کلی تابش کم شده و قله طیف به سمت طول موج‌های بلندتر (مانند مادون قرمز) جابجا می‌شود
- مبنای مکانیک کوانتومی: ماکس پلانک با ارائه فرمولی برای تابش جسم سیاه که با فیزیک کلاسیک ناسازگار بود، نظریه کوانتومی انرژی را پایه‌ریزی 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 آن‌ها کاملاً جسم سیاه نیستند
- مفهوم بنیادی: این پدیده نقش اساسی در شکل‌گیری مفاهیم کوانتومی و درک فیزیک مدرن داشته است



● 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.

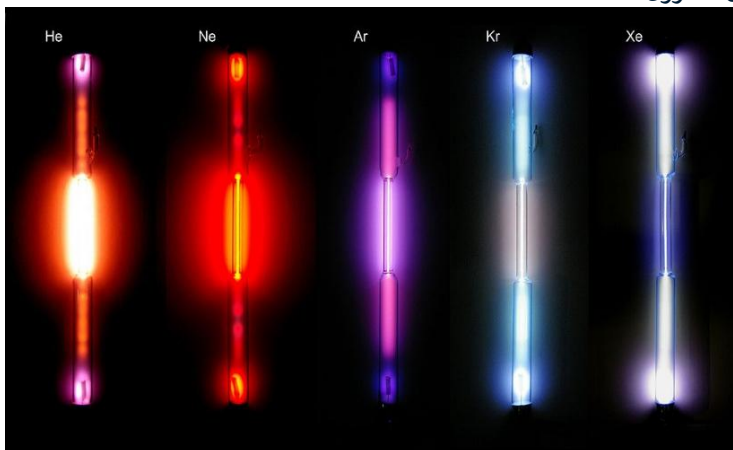
مفاهیم کلیدی:

- 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

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.

اهمیت و کاربردها

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



4: -- طیف جذبی

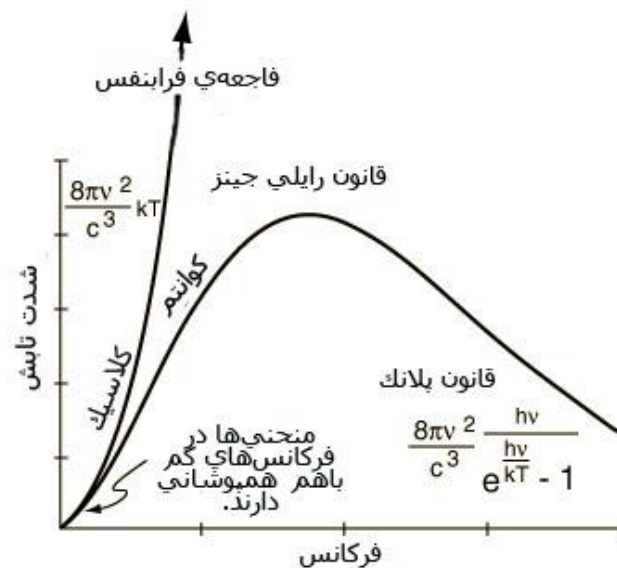
طیف جذبی، کسری از تابش الکترومغناطیسی است که توسط یک ماده جذب می‌شود و به صورت خطوط تاریک در پس‌زمینه یک طیف پیوسته ظاهر می‌شود. این جذب در نتیجه انتقال الکترون‌ها از سطح انرژی پایین‌تر به سطوح انرژی بالاتر رخ می‌دهد و فرکانس‌های جذب شده با اختلاف انرژی بین این حالت‌های کوانتومی مطابقت دارد. طیف جذبی هر ماده منحصر به فرد است و بر اساس ترکیب اتمی و مولکولی آن تعیین می‌شود و به همین دلیل ابزار مهمی در شیمی تحلیلی برای شناسایی و اندازه‌گیری مواد به کار می‌رود.

نحوه تشکیل طیف جذبی

1. **تاباندن نور به ماده:** ابتدا نوری (معمولاً نور سفید) به ماده‌ای که حاوی اتم‌ها یا مولکول‌هایی است تابانده می‌شود.

• **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/m^2) 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 فضا است و به طور گسترده در زمینه‌های مختلف فیزیک برای توصیف امواج الکترومغناطیسی به کار می‌رود.



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 منحصر به فردی دارد که مانند اثر انگشت عمل کرده و به شناسایی آن عنصر کمک می‌کند. این طیف‌ها به صورت 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.

2. جذب فوتون‌ها: الکترون‌های موجود در اتم‌ها و مولکول‌ها، فوتون‌های نور را در فرکانس‌هایی جذب می‌کنند که با اختلاف انرژی بین سطوح انرژی آن‌ها مطابقت دارد.

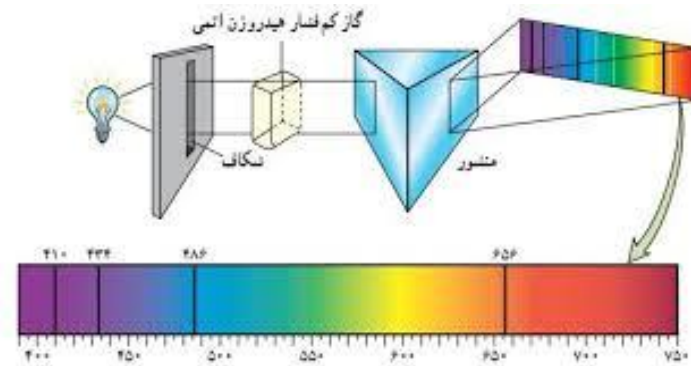
3. انتقال به سطوح بالاتر: با جذب انرژی، الکترون‌ها از حالت پایه به سطوح انرژی بالاتر انتقال می‌یابند.

4. مشاهده طیف: اگر نور عبوری از یک منشور عبور داده شود، طیف جذبی مشاهده می‌شود که در آن طول موج‌های جذب شده به صورت خطوط تاریک در یک زمینه روشن ظاهر می‌شوند.

ویژگی‌های 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 می‌شود.
- خطی یا پیوسته بودن: طیف جذبی می‌تواند به صورت پیوسته (در همه طول موج‌ها) یا خطی (تنها در طول موج‌های مشخص) باشد.
- کاربرد در شناسایی مواد: از آنجایی که هر ماده طیف جذبی منحصر به فردی دارد، می‌توان از این طیف‌ها برای شناسایی حضور یک ماده خاص در یک نمونه و اندازه‌گیری مقدار آن استفاده کرد. مثال‌ها و کاربردها

- طیف‌سنجی فروسرخ (IR) و طیف‌بینی مرئی-فرابنفش (UV-Vis) اینها روش‌های رایجی هستند که از طیف جذبی برای تجزیه و تحلیل کیفی و کمی مواد در شیمی استفاده می‌کنند.
- نجوم: طیف جذبی برای مطالعه ترکیبات اتمی و مولکولی اجرام آسمانی به کار می‌رود.
- فیزیک مولکولی و اتمی: این روش در مطالعه ساختار و خواص اتم‌ها و مولکول‌ها کاربرد دارد.



5: -مدل اتمی تامسون

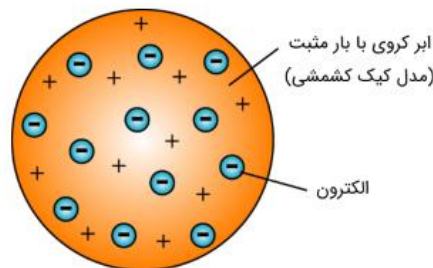
مدل اتمی تامسون که به «مدل کیک کشمش» یا «مدل پودینگ آلو» معروف است، اتم را به صورت کره‌ای از ماده با بار مثبت توصیف می‌کند که الکترون‌های منفی در آن پراکنده‌اند و تعداد الکترون‌ها به اندازه‌ای است که بار الکتریکی اتم خنثی شود. این مدل در سال ۱۹۰۴ توسط جوزف جان تامسون، فیزیکدان بریتانیایی، پس از کشف الکترون 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.

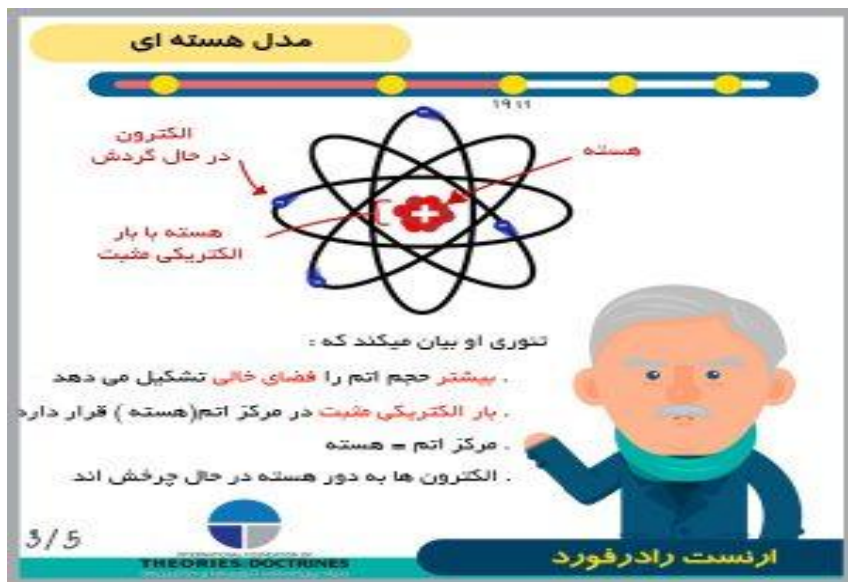
نقص مدل و جایگزینی آن:

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



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 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.

طلای نازک ناشی شد که نشان داد بیشتر ذرات از اتم عبور می کنند اما درصد کوچکی با زاویه ای بیش از ۹۰ درجه بازی کردند.

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 عمده ای از حجم اتم را فضای خالی تشکیل می دهد.
 - مدار الکترون ها: الکترون ها با بار منفی در مدارهایی به دور هسته می چرخند، شبیه به سیارات که به دور خورشید می گردند.
- ### آزمایش فویل طلا (آزمایش رادرفورد)
- در این آزمایش، باریکه ذرات آلفا (هسته هلیم) به ورقه نازکی از طلا تابیده شد.
 - بیشتر ذرات آلفا مستقیماً از ورقه عبور کردند یا به مقدار کمی منحرف شدند.
 - 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

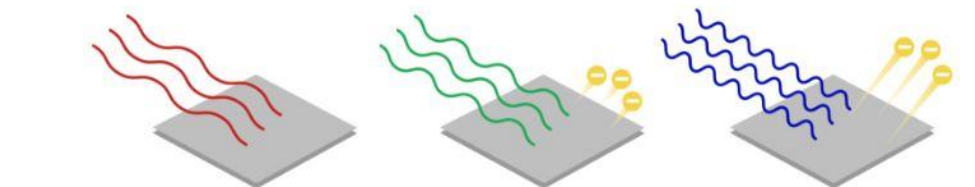
- مدل رادرفورد بر اساس فیزیک کلاسیک بود و توضیح نمی داد که چرا الکترون های در حال چرخش تابش الکترومغناطیسی ساطع نمی کنند و به درون هسته سقوط نمی کنند.
- این مدل تنها به توصیف ساختار اتم پرداخت و جایگاه دقیق الکترون ها را مشخص نکرد.

اهمیت و تأثیر مدل رادرفورد

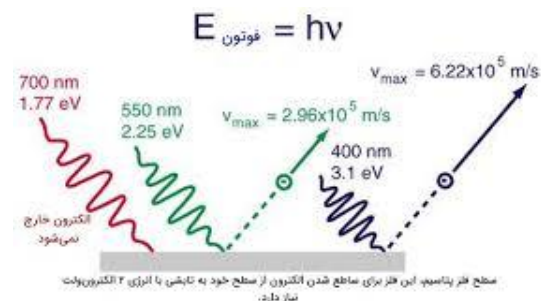
- مدل رادرفورد یک تحول بزرگ در درک ساختار اتم بود و منجر به کشف هسته اتم شد.
- این مدل راه را برای مدل های اتمی بعدی، از جمله مدل اتمی بور که از مفاهیم کوانتومی استفاده می کرد، هموار کرد.

- **ثابت پلانک (h):** یک ثابت فیزیکی بسیار کوچک که انرژی هر کوانتوم را تعیین می‌کند 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 موج‌ها و دماهای مختلف به دقت پیش‌بینی می‌کند .
- **اهمیت نظریه پلانک**
- **مبنای فیزیک کوانتومی:** کشف پلانک، پایه‌ی نظریه‌ی 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 به‌طور چشمگیری تغییر داد و زمینه‌ی پیشرفت‌های بیشتر توسط فیزیکدانانی چون انیشتین و بور را فراهم کرد .

- **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 نظریه‌ی فوتون، توانست آن را به‌طور کامل توضیح دهد.
- مطالعه اثر فوتوالکتریک نقش مهمی در درک کوانتومی نور ایفا کرد و به عنوان یکی از پایه‌های فیزیک کوانتوم شناخته می‌شود .



8:-- اثر فوتو الکتریک

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: