



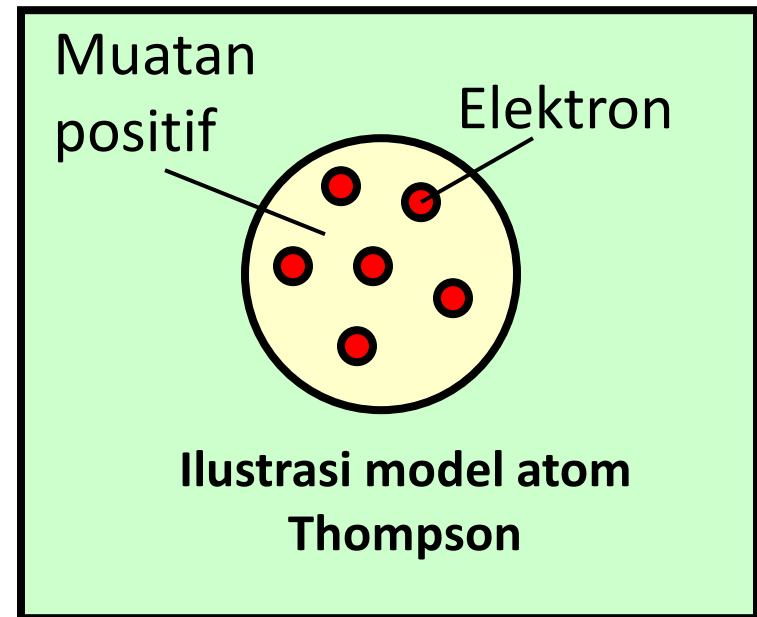
Sifat-Sifat Atom

- Atom stabil adalah atom yang memiliki muatan listrik netral.
- Atom memiliki sifat kimia yang memungkinkan terjadinya ikatan antar atom.
- Atom memancarkan dan mengemisikan gelombang elektromagnetik dengan energi dan momentum yang diskrit.
- Hasil eksperimen menunjukkan bahwa massa atom terkonsentrasi pada inti yang bermuatan positif.
- Atom memiliki momentum sudut dan sifat magnetik.

Model Atom menurut Thompson

J.J. Thompson's memodelkan atom terdiri dari massa yang muatan positif dan didalamnya tersebar muatan negatif .

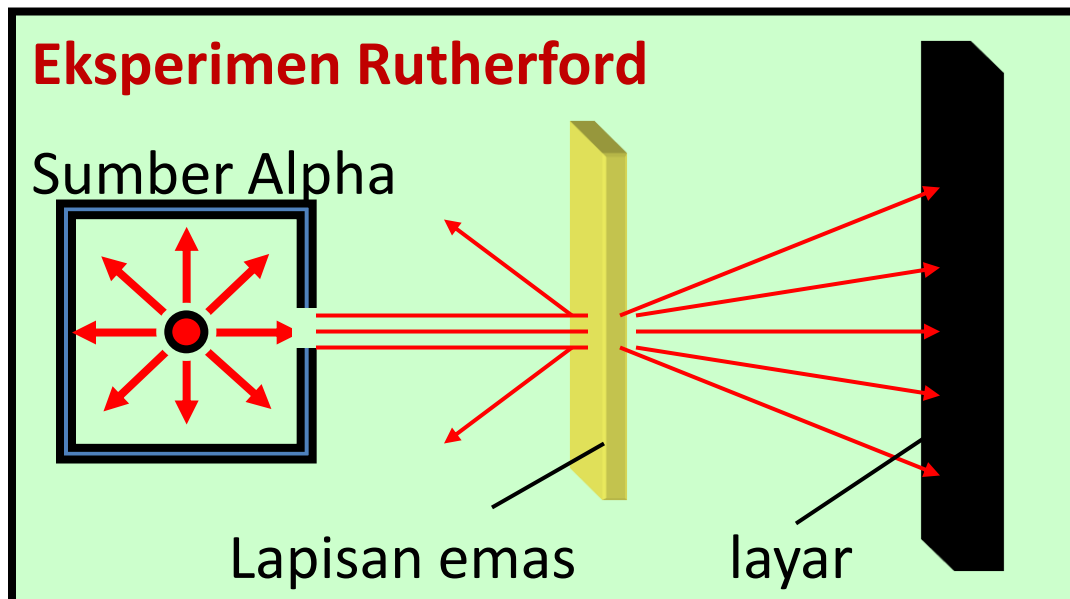
Model tersebut telah menjelaskan bahwa massa atom terkonsentrasi pada muatan positif dan secara keseluruhan muatan listrik atom bersifat netral.



Ukuran atom menurut Thompson sekitar 10^{-10} m.

Eksperimen Rutherford

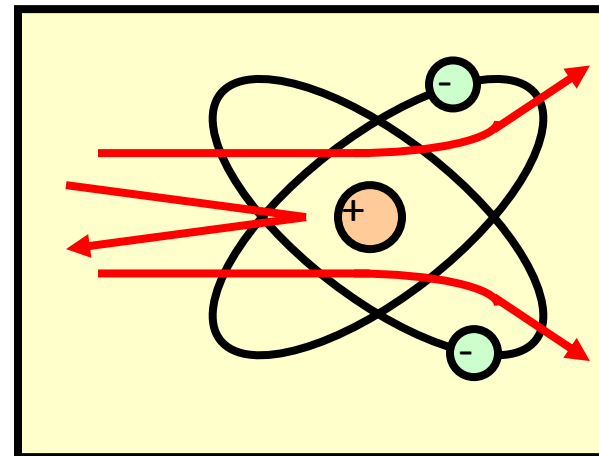
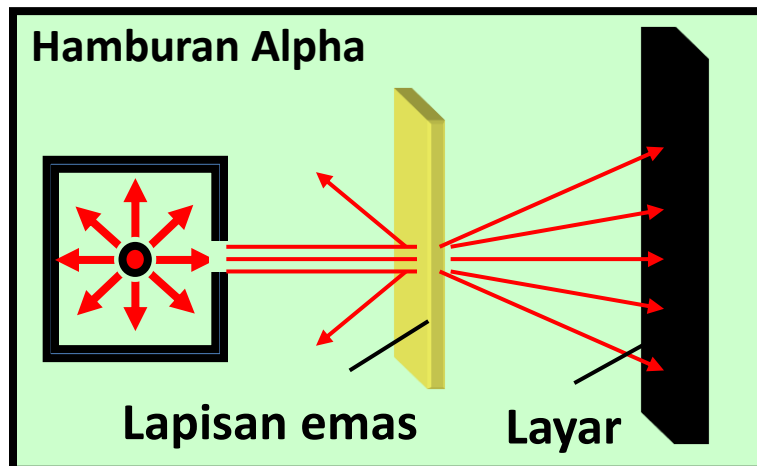
Model atom Thompson dibantah pada tahun 1911, ketika Rutherford melakukan eksperimen dengan menembaki suatu logam tipis dengan berkas muatan positif (partikel alpha).



Sebagian besar partikel alpha dapat menembus lapisan emas, dan hanya sebagian kecil yang dihamburkan ke arah belakang.

Eksperimen Rutherford

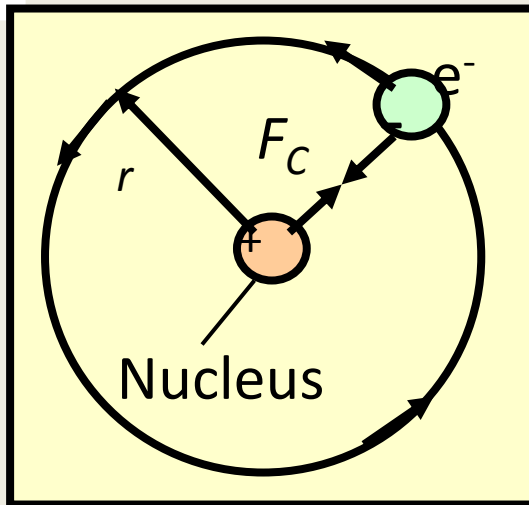
Menurut Rutherford, jika elektron terdistribusi di dalam muatan positif, maka partikel alpha akan menembus dengan lintasan lurus. Hasil eksperimennya menunjukkan partikel alpha dibelokkan dan hanya sebagian kecil dipantul balik. Eksperimen tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa muatan positif terkonsentrasi pada suatu titik (inti) yang sangat padat.



Elektron berada pada posisi dan jarak tertentu dari inti atom. Elektron membelokkan berkas partikel alpha.

Orbit Elektron

Elektron bergerak mengelilingi inti atom yang bermuatan positif. Gambar di bawah mengilustrasikan model atom Hidrogen.



Hukum Coulomb:

$$F_C = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Gaya Centripetal F_C :

$$F_C = \frac{mv^2}{r^2}$$

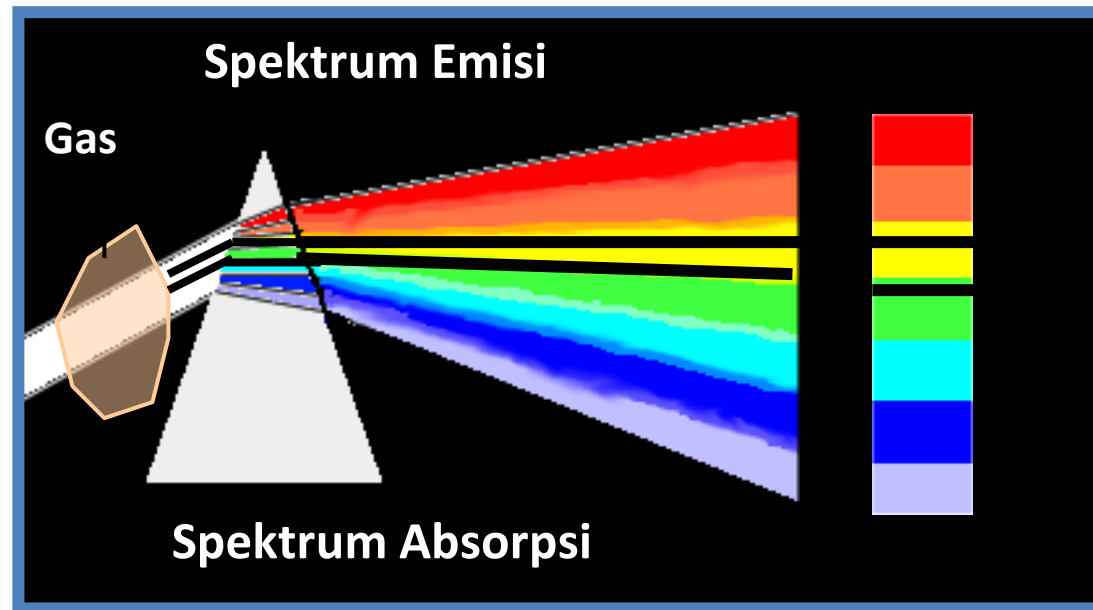
$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Jari-jari atom Hidrogen

$$r = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mv^2}$$

Spektrum Atomik

Semua bahan secara kontinyu mengemisikan dan mengabsorpsi gelombang elektromagnetik. Di dalam spektrum emisi, cahaya terdiri dari beberapa jenis yang dikelompokkan sesuai dengan panjang gelombangnya.

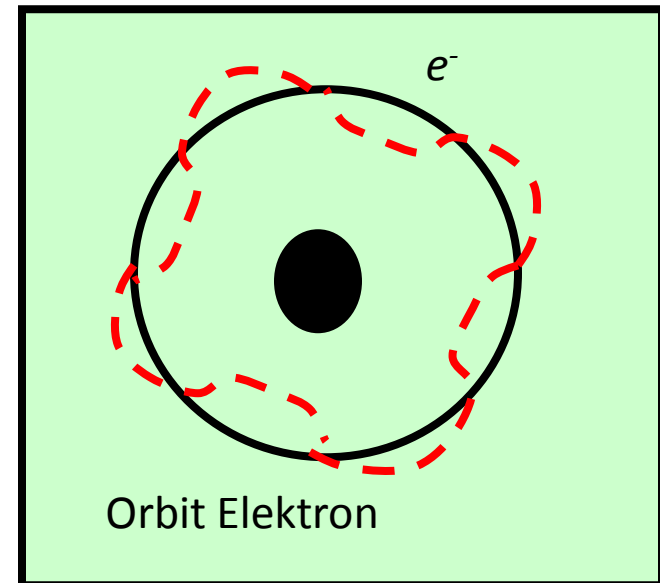


Di dalam spektrum absorpsi, gas menyerap panjang gelombang tertentu, dan serapan tersebut menunjukkan karakteristik atom-atomnya. Prinsip tersebut menjadi dasar pada spektroskopi FTIR dan UV-Vis.

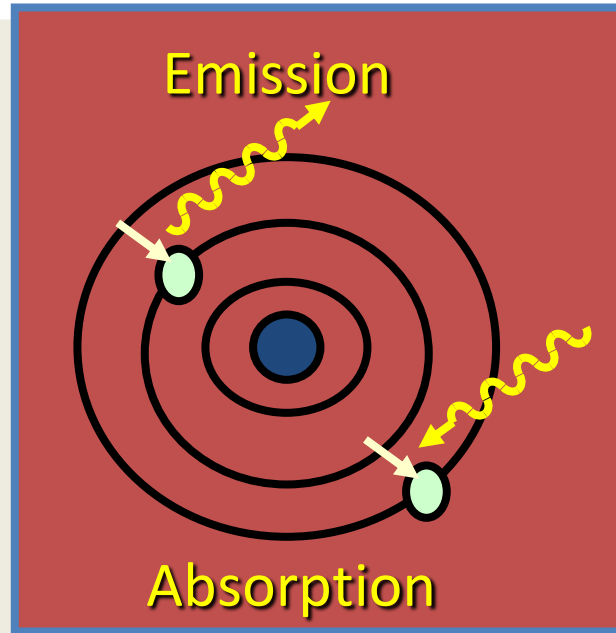
The Bohr Atom

Keberadaan spektrum atomik mengindikasikan bahwa atom mengemisi atau mengabsorpsi energi dengan nilai yang diskrit. Pada tahun 1913, Neils Bohr menjelaskan konsep melengkapi teori atom Rutherford.

Sebuah elektron hanya dapat menempati orbit tertentu di dalam atom. Atom memiliki tingkat-tingkat energi yang diskrit yang dapat ditempati elektron. Keberadaan tingkat energi diskrit tersebut analogi dengan konsep nada harmonik pada gelombang bidang.



Teori Atom Bohr dan Radiasi

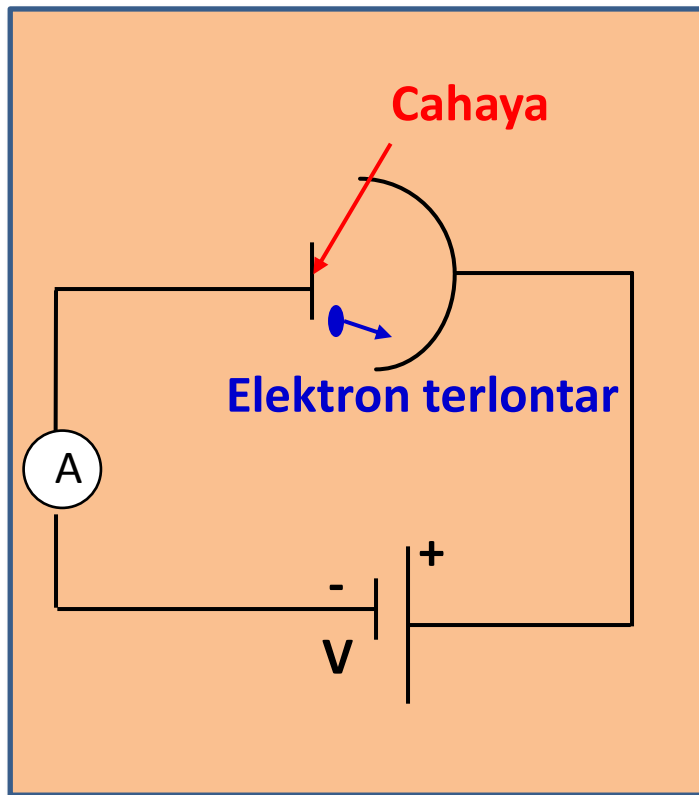


Ketika elektron berpindah dari tingkat energi yang tinggi ke yang lebih rendah, maka akan diemiskan foton/cahaya. Sebaliknya jika ada radiasi foton/cahaya, maka elektron dapat tereksitasi naik ke tingkat energi yang lebih tinggi.

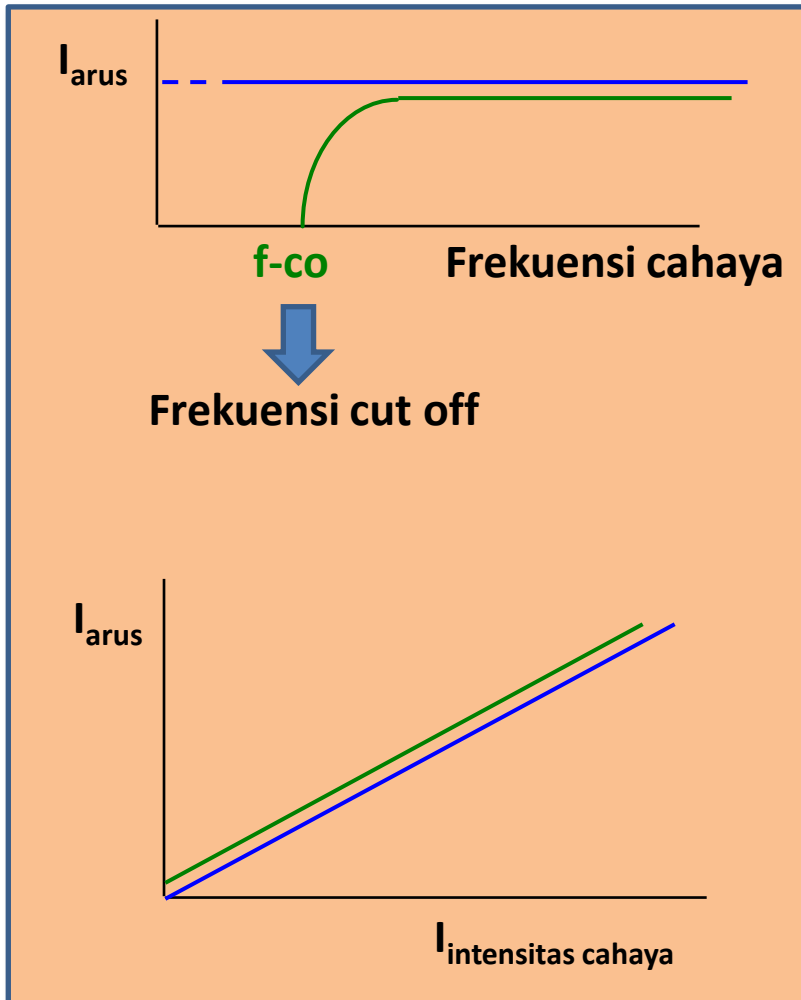
Besarnya energi yang diemisikan atau energi yang dibutuhkan untuk eksitasi adalah:

$$\text{Energi: } hf = E_f - E_i$$

Efek Foto Listrik



Ketika foton/cahaya menumbuk suatu lempengan logam, maka elektron pada logam akan menyerap energi cahaya tersebut, dan pada nilai energi tertentu elektron dapat terlontar ke luar logam. Elektron ditangkap oleh elektroda dan akan dihasilkan arus listrik.

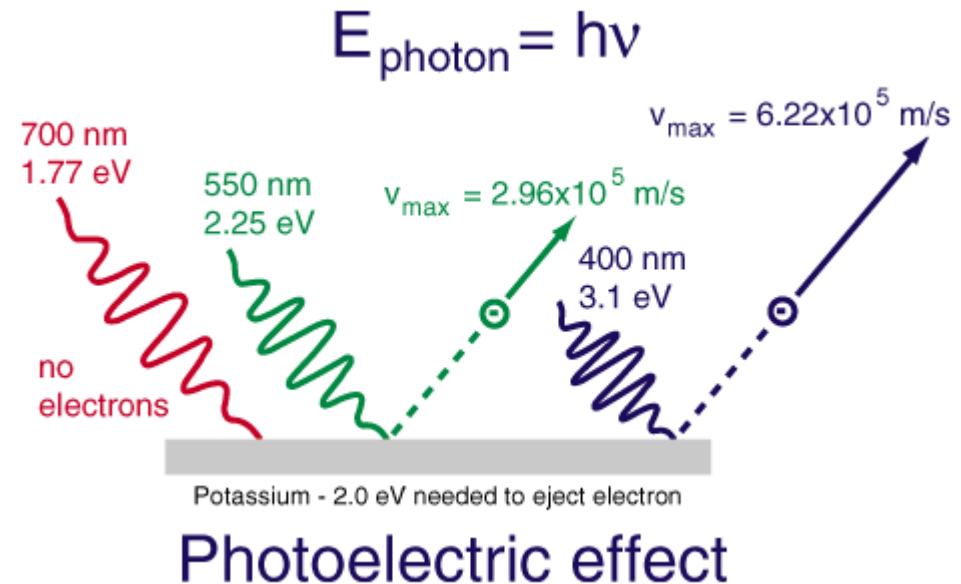


Jika lempeng logam diradiasi dengan cahaya yang memiliki frekuensi lebih besar dari frekuensi cut off, maka elektron dari logam dapat terionisasi keluar.

Garis merah menunjukkan prediksi teori dan garis hijau hasil eksperimen.

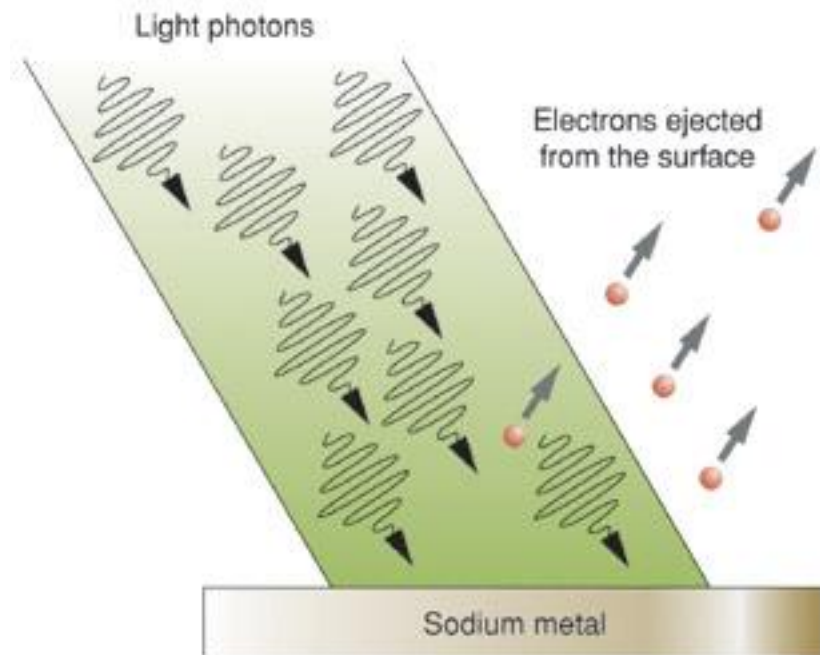
Einstein mendapatkan penghargaan Nobel untuk penemuannya tentang teori efek foto listrik.

Menurut Einstein cahaya terdiri dari paket-paket energi yang dinamakan foton, besarnya $\Delta E = hf$. Elektron dapat menyerap energi foton dan pada nilai energi tertentu akan menyebabkan terjadinya eksitasi atau ionisasi.



Pada bahan logam, jika diradiasi dengan cahaya pada energi tertentu, elektron dapat terlontar ke luar. Batas nilai frekuensi dimana elektron mulai terlontar dinamakan dengan frekuensi cut off.

Energi foton minimal yang diserap logam untuk terjadinya efek foto listrik dinamakan **Fungsi Kerja** logam (**W**), dan kelebihan energi foton akan diserap dan diubah menjadi **Energi Kinetik** elektron (**E_k**)



Energi kinetik elektron (**E_k**) sebanding dengan potensial elektron sebelum meninggalkan permukaan logam (**$E_p = q.V$**).

Energi kinetik: **$E_k = q.V$**

V adalah nilai-nilai potensial atom yang bersifat diskrit

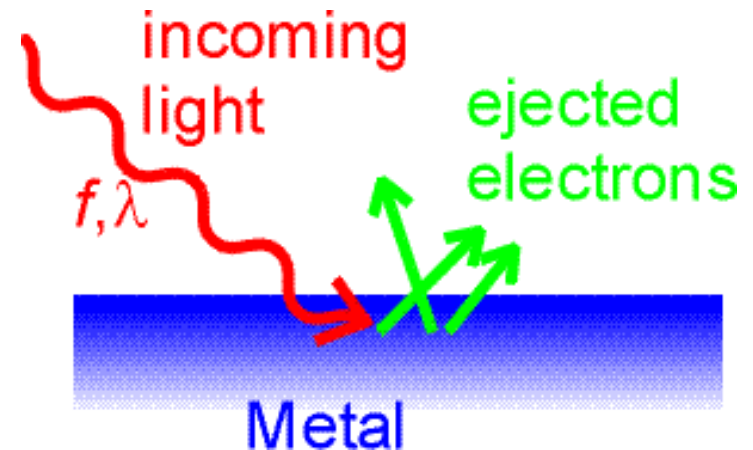
Efek Foto Listrik

Persamaan energi pada efek foto listrik:

- $hf = W + e \cdot V_{stop}$
 - **f** adalah frekuensi cahaya (energi foton)
 - **W** adalah “Fungsi Kerja” logam, atau jumlah energi yang dibutuhkan oleh elektron untuk keluar dari logam
 - **V_{stop}** adalah potensial barrier, potensial minimum yang harus dimiliki elektron supaya dapat terlontar dari logam (memiliki E_k).
- Jika $V_{stop} = 0$, $f = f_{cutoff}$, dan $hf_{cutoff} = W$.

Contoh

Logam tembaga memiliki fungsi kerja 4,5 eV, maka frekuensi cut-off untuk terjadinya efek foto listrik pada tembaga adalah:



$$hf_{\text{cutoff}} = 4.5 \text{ eV, or}$$

$$f_{\text{cutoff}} = 4.5 \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (1 \text{ V}) / 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-sec}$$

$$= 1.09 \times 10^{15} \text{ Hz, atau}$$

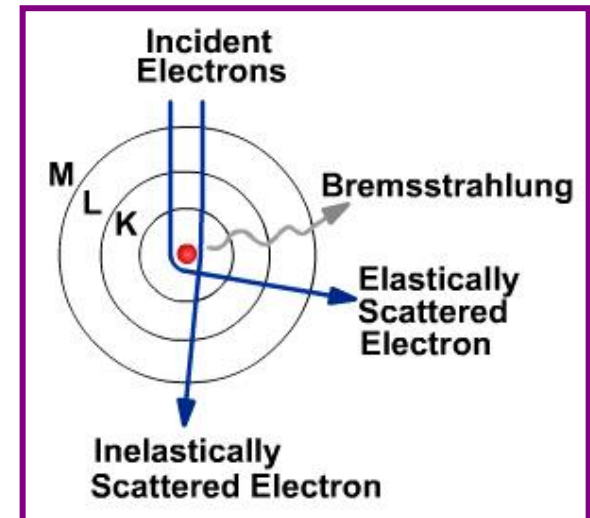
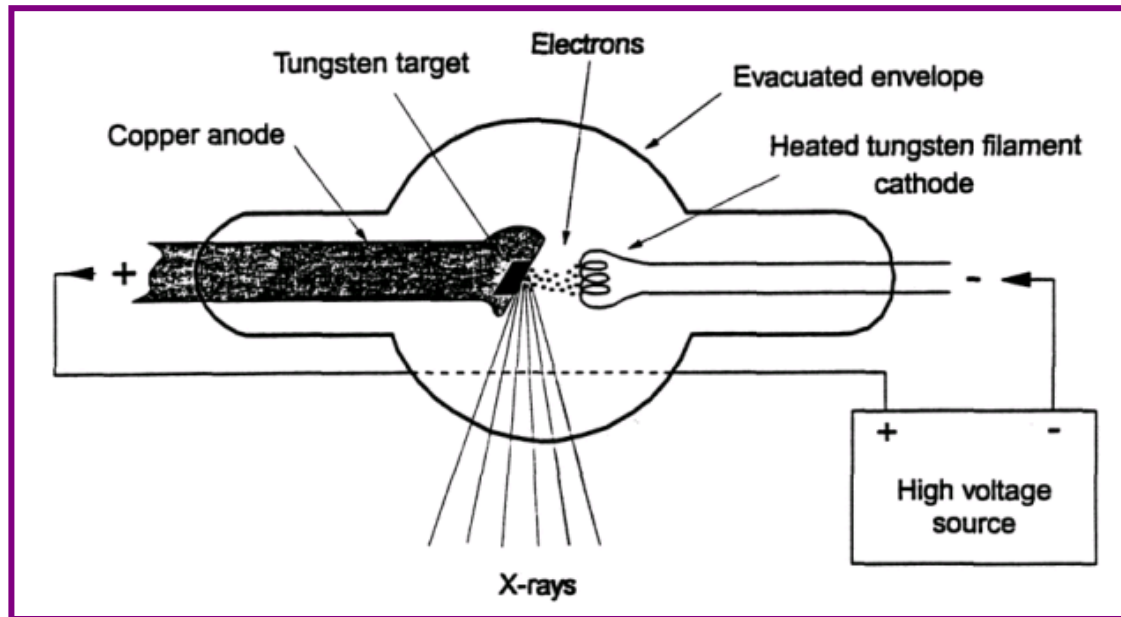
$$\lambda_{\text{cutoff}} = c / f_{\text{cutoff}}, \text{ or}$$

$$\lambda_{\text{cutoff}} = (3 \times 10^8 \text{ m/s}) / (1.09 \times 10^{15} \text{ siklus/detik})$$

$$= 276 \text{ nm (daerah cahaya UV)}$$

Sinar X

Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Konrad Roentgen pada 1895

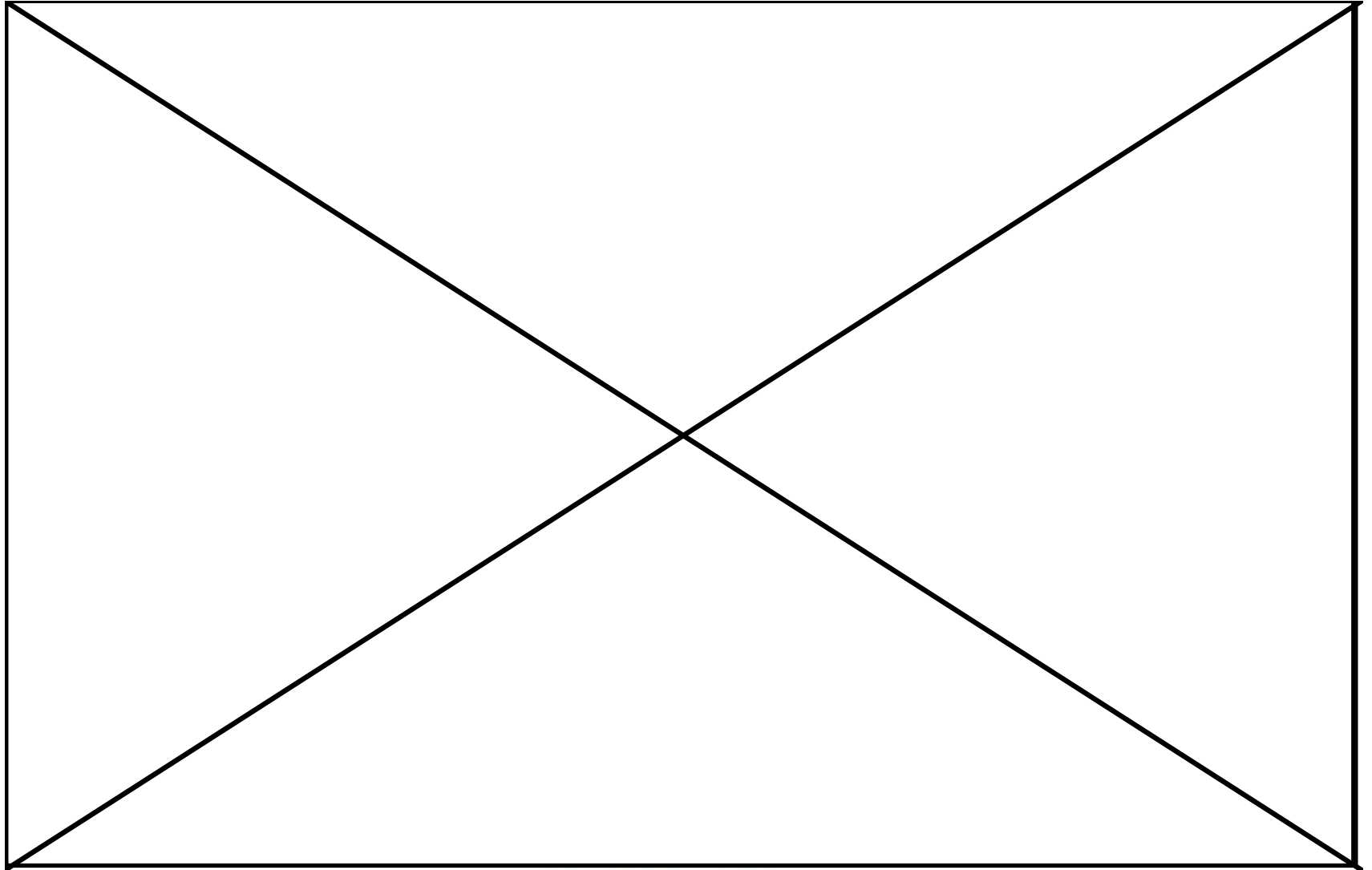


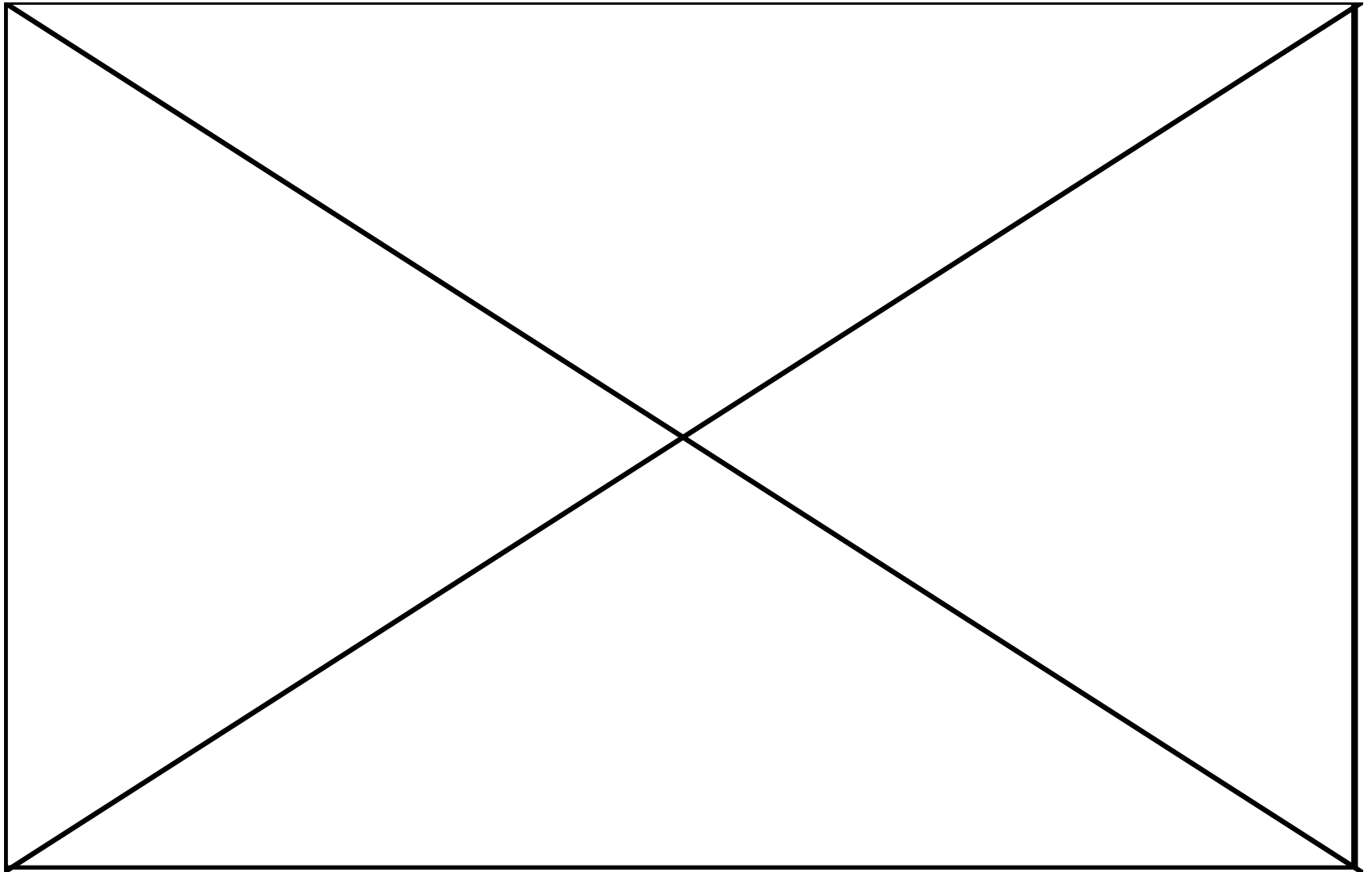
Sinar-X dihasilkan pada saat elektron yang berenergi tinggi berinteraksi dengan bahan. Sebagian energi kinetik elektron diubah menjadi energi gelombang EM



Sifat Fisis sinar-X

- Sinar-X: merupakan bagian dari gelombang Elektromagnetik
- Cepat rambat sinar-X sama dengan cepat rambat cahaya pada umumnya (3×10^8 m/s)
- Spektrum gelombang elektromagnetik
 - Gamma Rays
 - Visible light
 - Microwaves
 - Radio waves
 - **X-rays**
 - Infrared light
 - Radar





Latihan

1. Hitunglah energi foton (eV) untuk cahaya dengan panjang gelombang 400 nm (violet) dan 700 nm (merah). Konstanta Planck, $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s
2. Intensitas cahaya matahari di permukaan bumi sekitar 1400 W/m². Jika energi foton rata-rata adalah sekitar 2 eV (yang bersesuaian dengan panjang gelombang 600 nm). Hitunglah jumlah foton yang mengenai permukaan seluas 1 cm² dalam 1 detik.
3. Panjang gelombang ambang untuk kalium adalah 564 nm, berapakah fungsi kerja logam kalium tersebut (eV)? Berapa potensial cut off-nya, apabila cahaya dengan panjang gelombang 400 nm mengenai bahan tersebut