
#2 Dualisme Partikel & Gelombang

Fisika Modern

Eka Maulana, ST., MT., MEng.

Teknik Elektro
Universitas Brawijaya

Kerangka materi

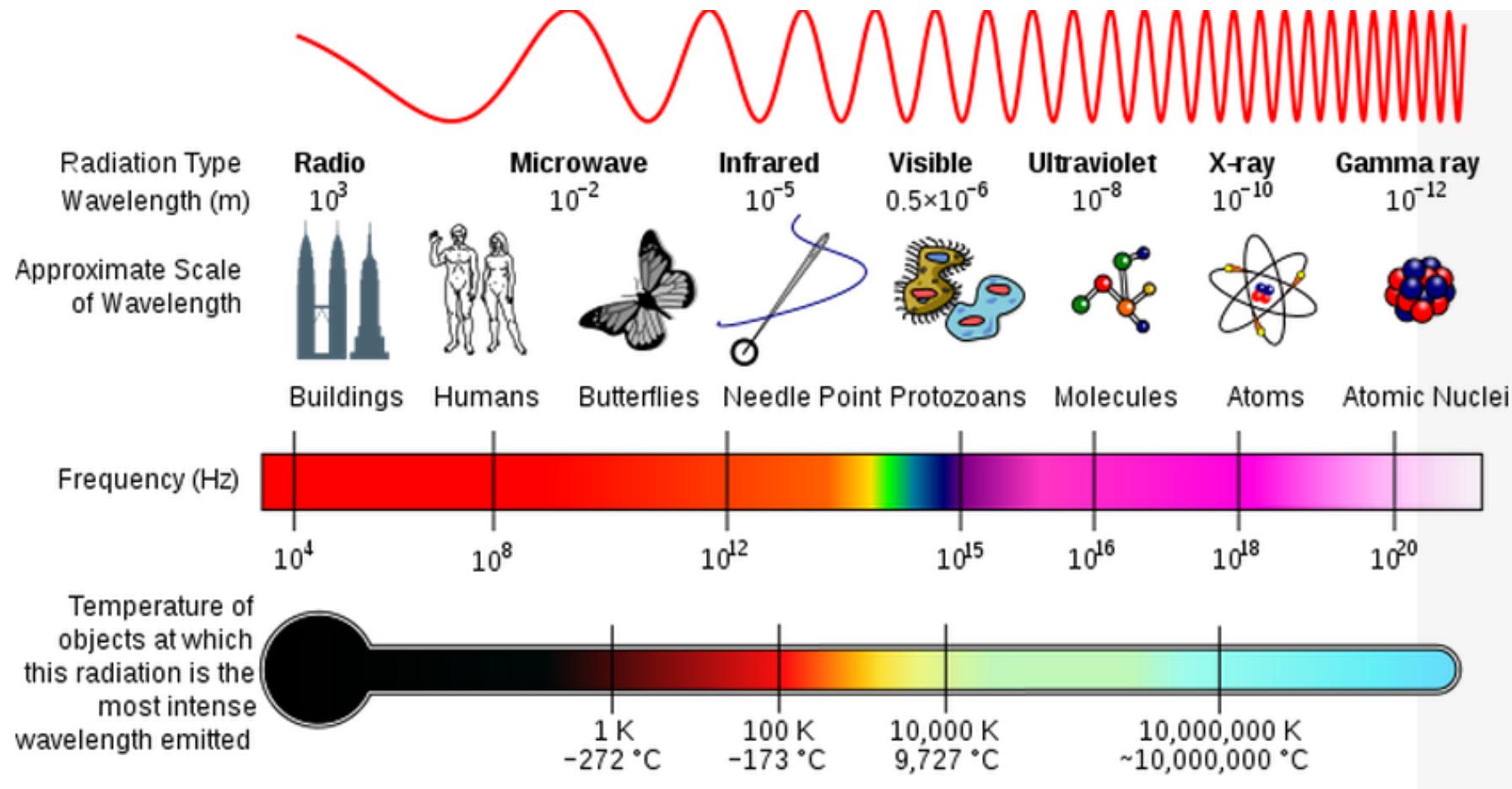
- **Tujuan:**

Memberikan pemahaman tentang sifat dualisme partikel dan gelombang



Mekanisme sinar-X, efek compton, karakteristik foton

Cahaya: partikel / gelombang?



Pandangan Fisika Klasik tentang Partikel-Gelombang

Kelakuan partikel & gelombang:

- Elektron, proton, neutron dipandang sebagai partikel.
- Radiasi elektromagnetik, cahaya sinar-X, dan sinar gamma sebagai gelombang.
- **Newton** – British abad 17
 - Teori Korpuskular (cahaya terdiri atas partikel)
- **Huygen** – Dutch abad 17
 - cahaya terdiri atas gelombang-gelombang.
 - dispersi, interferensi

Eksperimen dan Teori Penunjang Gelombang Huygen

- Interferensi Gelombang oleh **Thomas Young** (1801). Percobaan celah ganda menunjukkan difraksi & interferensi
- Persamaan Gelombang **Maxwell** (1864). Gelombang Elektromagnetik (perubahan medan listrik-magnet)
- Percobaan **Hertz** (1887), membuktikan bahwa cahaya (gelombang elektromagnetik) mengalir secara kontinyu dan terdiri dari gelombang-gelombang.

Gelombang berlaku **Prinsip Superposisi**

→ Amplitudo sesaat pada suatu titik tertentu adalah hasil dari penjumlahan masing-masing kuantitas gelombang saat itu.

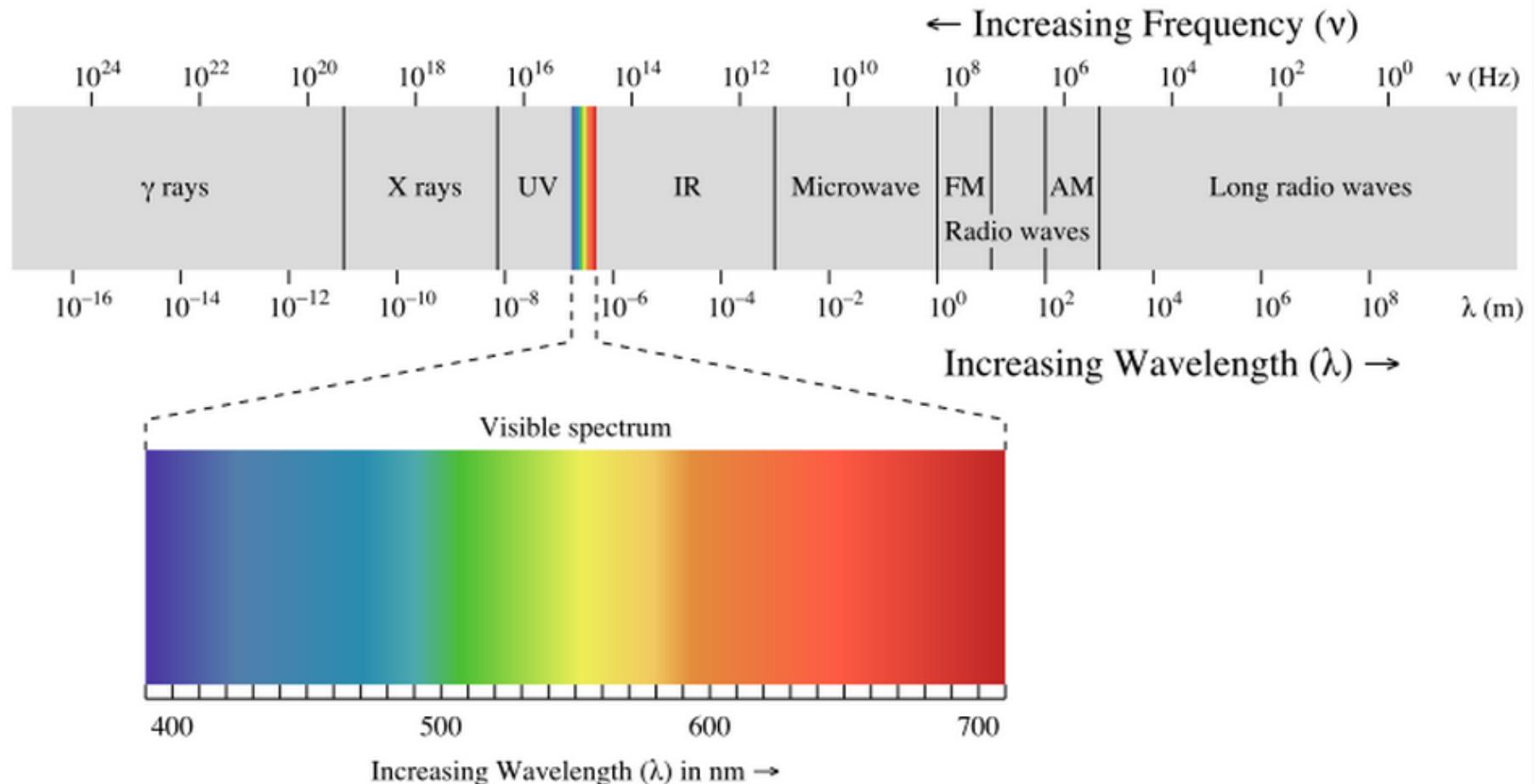
Penunjang Teori Partikel dari Newton

- Spektrum radiasi dari benda hitam
- Efek Fotolistrik
- Spektrum-spektrum dari sinar X
- Hamburan dari Compton
- Spektrum-spektrum optik

energi radiasi elektromagnetik tidak lagi kontinyu, tetapi dalam bentuk energi diskrit yang disebut **Foton**.

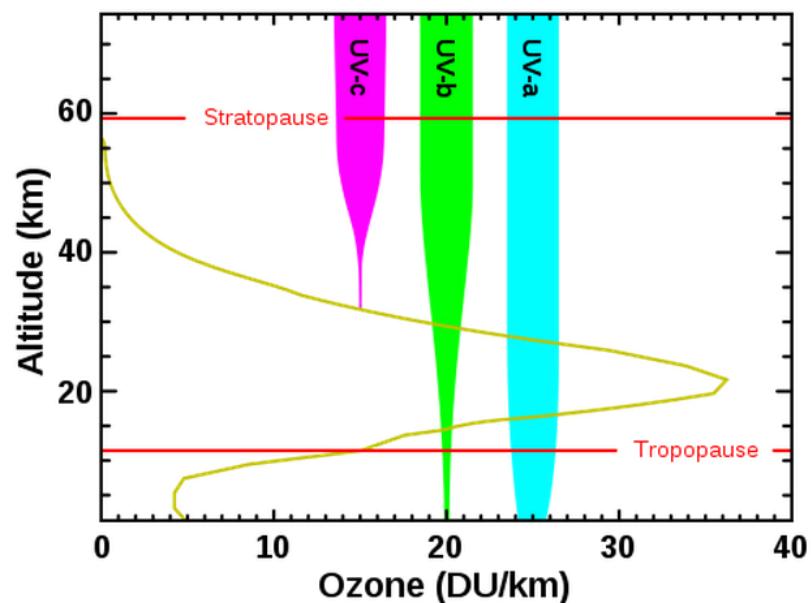
→ Energi elektron yang dibebaskan cahaya bergantung pada frekuensi cahaya itu.

Gelombang Elektromagnetik

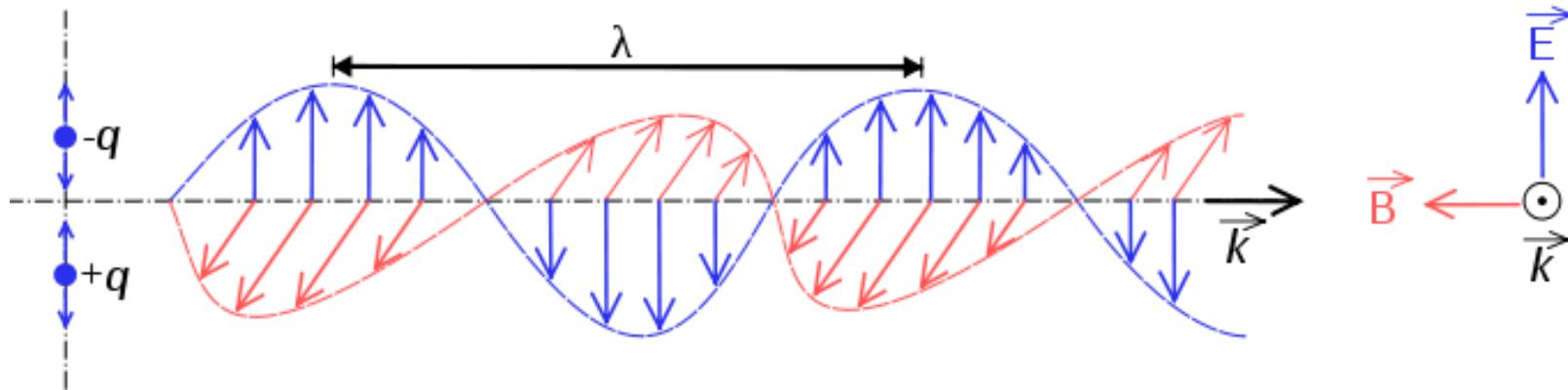


CLASS	FREQUENCY	WAVELENGTH	ENERGY
Y	300 EHz	1 pm	1.24 MeV
HX	30 EHz	10 pm	124 keV
SX	3 EHz	100 pm	12.4 keV
EUV	30 PHz	1 nm	1.24 keV
NUV	3 PHz	10 nm	124 eV
NIR	300 THz	100 nm	12.4 eV
MIR	30 THz	1 μm	1.24 eV
FIR	3 THz	10 μm	124 meV
EHF	300 GHz	1 mm	1.24 meV
SHF	30 GHz	1 cm	124 μeV
UHF	3 GHz	1 dm	12.4 μeV
VHF	300 MHz	1 m	12.4 μeV
HF	30 MHz	10 m	124 neV
MF	3 MHz	100 m	12.4 neV
LF	300 kHz	1 km	1.24 neV
VLF	30 kHz	10 km	124 peV
VF/ULF	3 kHz	100 km	12.4 peV
SLF	300 Hz	1 Mm	1.24 peV
ELF	30 Hz	10 Mm	124 feV
	3 Hz	100 Mm	12.4 feV

Klasifikasi



Teori Kuantum Cahaya



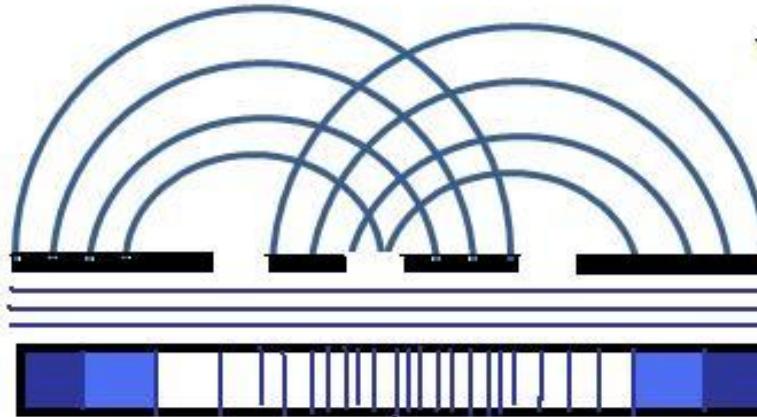
$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(dalam ruang hampa)

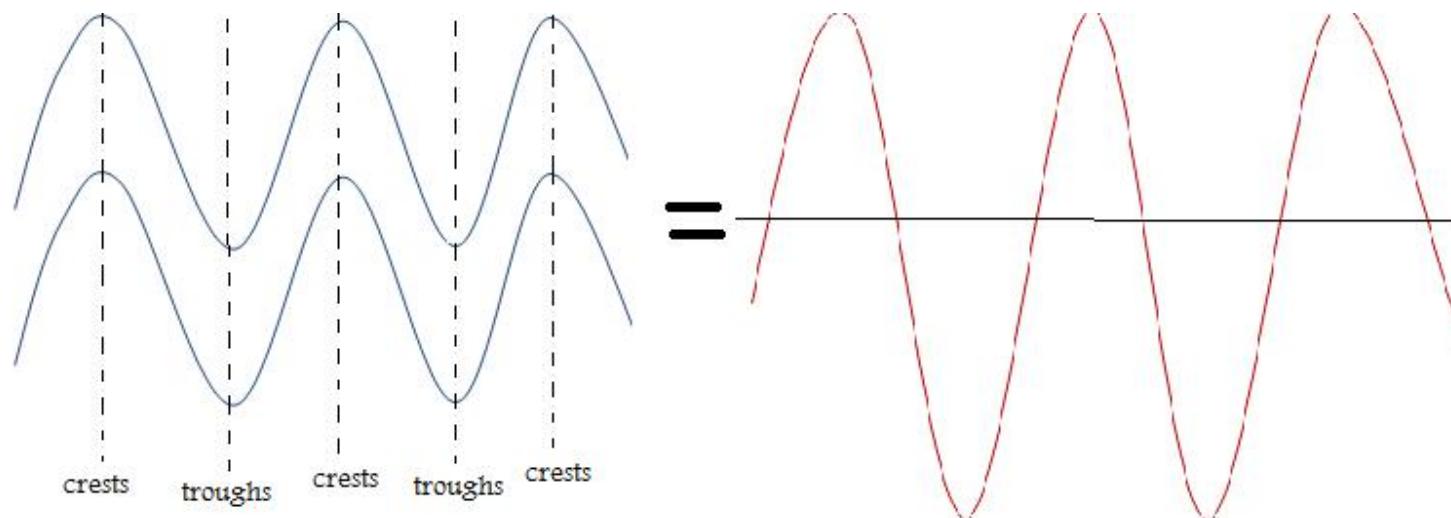
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \text{ (permeabilitas magnetik)}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F/m} \text{ (permitivitas hampa)}$$

Terjadinya Interferensi

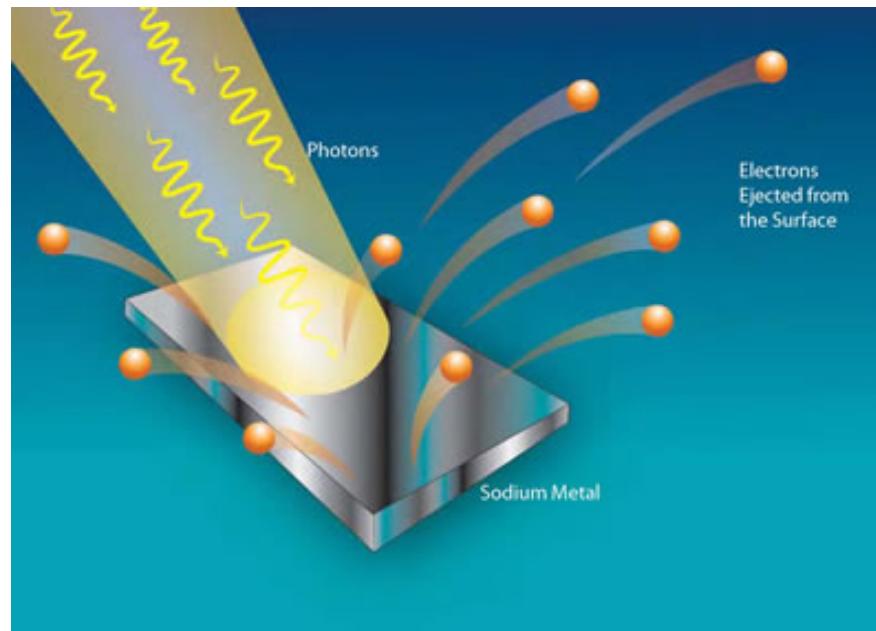


- Penerapan superposisi
- Gelombang memiliki frekuensi yang hampir sama
- Gelombang menjalar melalui medium yang sama



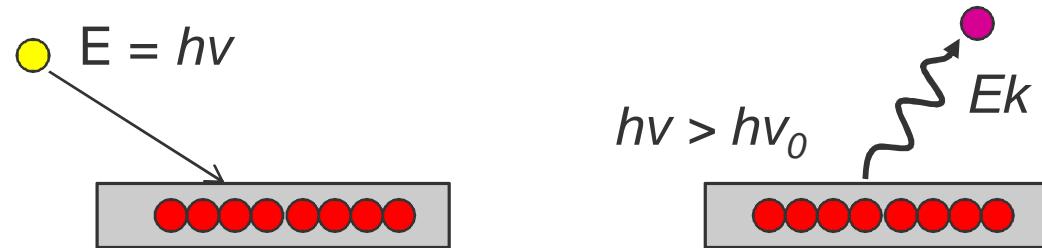
Efek Fotolistrik

Terlepasnya elektron pada permukaan metal karena adanya energi foton yang jatuh pada permukaan metal tersebut dalam ruang hampa



$$E_{\text{kmaks}} = h\nu - h\nu_0$$

Energi Kuantum dalam Efek Fotolistrik



Energi Foton (E_f)

$$E_f = h\nu \text{ (eV)}$$

h = konstanta Planck

$$= 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

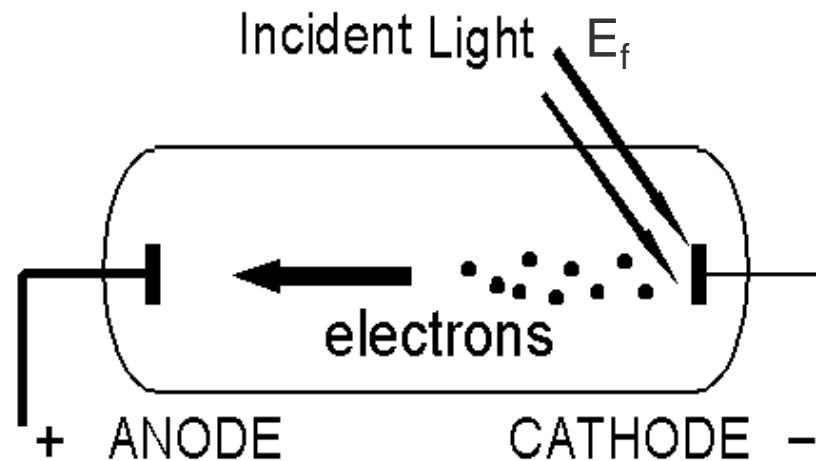
ν = frekuensi foton (Hz)

ν_0 = frekuensi ambang material

$E_{k\text{maks}}$ = Energi Kinenik maksimum

$h\nu$ = energi kuantum

$h\nu_0$ = fungsi kerja metal



$$h\nu = E_{k\text{maks}} + h\nu_0$$

Cahaya ~ sumber energi bebas tak terbatas

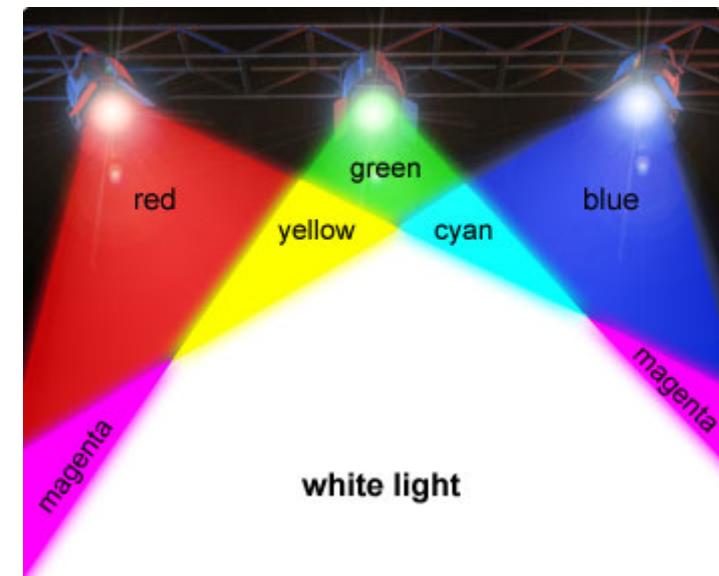
- Cahaya memiliki sifat dualisme

- Gelombang elektromagnetik (Teori Maxwell) dengan λ tertentu
 - Kecepatan propagasi c
 - Gelombang radio, Microwave, IR, Visible, UV, X-Ray, γ -Ray
- Paket energi, foton atau partikel (teori Planck & Einstein)
memiliki m & p

$$E = \frac{hc}{\lambda_o} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda_o}$$

- Sifat-sifat cahaya

- Propagasi
- Polarisasi
- Interferensi
- Difraksi
- Radiasi



Klasifikasi dan Energi Cahaya

Warna	λ_o (nm)	f (Hz)	E_{foton} (eV)
red	630-760	$\sim 4.5 \times 10^{14}$	~ 1.9
orange	590-630	$\sim 4.9 \times 10^{14}$	~ 2.0
yellow	560-590	$\sim 5.2 \times 10^{14}$	~ 2.15
green	500-560	$\sim 5.7 \times 10^{14}$	~ 2.35
blue	450-500	$\sim 6.3 \times 10^{14}$	~ 2.6
violet	380-450	$\sim 7.1 \times 10^{14}$	~ 2.9

- ⊕ Cahaya dengan panjang gelombang $\lambda_o < 400$ nm disebut **ultraviolet (UV)**.
- ⊕ Cahaya dengan panjang gelombang $\lambda_o > 700$ nm disebut **infrared (IR)**.
- ⊕ Cahaya tersebut tidak dapat kita lihat langsung, namun bisa dirasakan dengan cara mendeteksi efek panasnya (IR) dan dampak yang terlihat pada penderita kebakaran kulit karena UV.

Tugas Individu

Tulis paper tentang sinar X (X-ray) meliputi:

prinsip kerja, sifat/ karakteristik, dan contoh aplikasi

Tugas softcopy

(FISMODsinarX_[Nama].doc/docx) dikirim ke :

email : ekamaulana@ub.ac.id

Subject: FismodSinarX_[Nama]