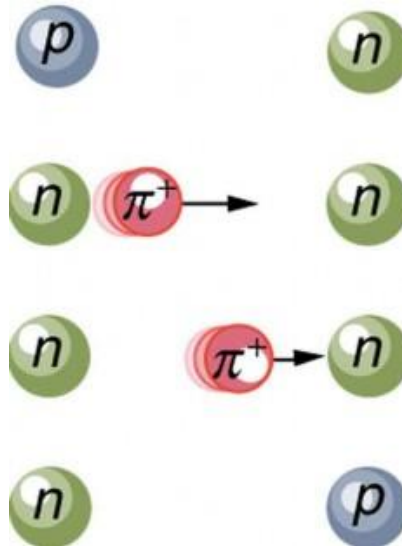


Fisika Meson & Partikel



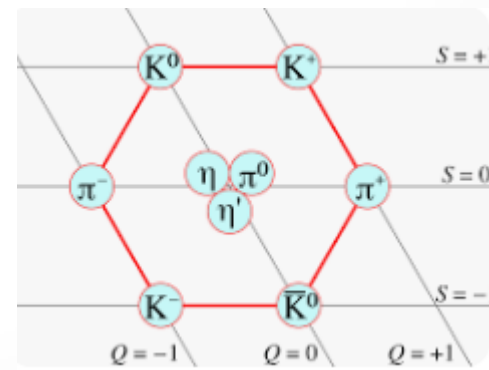
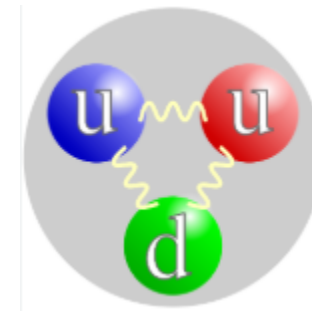
INTI ATOM DAN RADIOAKTIVITAS

Dosen Pengampu: Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Unila

OUTLINE PERKULIAHAN

1. Hipotesis Yukawa
2. Sifat Pi Meson
3. Reaksi Pion-Inti
4. Resonansi Meson
5. Interaksi Partikel dan Keluarga Partikel
6. Kesimetrian & Hukum Konservasi
7. Model Quark
8. Quark Colored & Gluon
9. Reaksi & Peluruhan dalam Model Quark



1. Hipotesis Yukawa

Pada 1935, **Hideki Yukawa** mengusulkan bahwa gaya nuklir kuat (yang mengikat proton-neutron dalam inti) dimediasi oleh sebuah partikel baru yang disebut **meson**.

Ia berargumen:

- Gaya kuat memiliki jangkauan pendek (~1–2 fm)
- Dengan relativitas & mekanika kuantum:

$$R \sim \frac{\hbar}{mc}$$

Jika jangkauan gaya = 1 fm $\rightarrow$ massa partikel perantara:

$$m \approx 140 \text{ MeV}/c^2$$

Dan memang, beberapa tahun kemudian ditemukan **pion (π meson)** dengan massa $\sim 135\text{--}140 \text{ MeV}$.

Makna Fisis

- Elektromagnetik dimediasi oleh foton
- Gaya nuklir kuat (residual) dimediasi pion π
- Gaya kuat sebenarnya berasal dari **pertukaran pion** antara nukleon.

Contoh Soal

Jangkauan gaya nuklir adalah 1.4 fm. Hitung perkiraan massa meson Yukawa!

$$m = \frac{\hbar}{Rc}$$

2. Sifat Pi Meson (Pion)

Ada tiga jenis pion:

- π^+
- π^0
- π^-

SIFAT UTAMA

Sifat	Nilai
Massa $\pi^\pm$	139.6 MeV
Massa π^0	135 MeV
Muatan	+1, 0, -1
Spin	0 (boson skalar)
Partikel penyusun	quark-antiquark
Peluruhan	cepat ($\sim 10^{-8}$ s)
Peran	pembawa gaya kuat residu antar nukleon

3. Reaksi Pion–Inti

Pion dapat diserap oleh inti atau berinteraksi dengan nukleon:

Contoh:

- Absorpsi pion:



- Hamburan pion:



Reaksi pion penting untuk mempelajari:

- 1) struktur inti
- 2) resonansi baryon
- 3) gaya kuat

4. Resonansi Meson

Resonansi adalah keadaan energi tinggi dari hadron (karena eksitasi quark). Resonansi meson atau baryon muncul pada:

- energi tumbukan tertentu
- waktu hidup sangat pendek ($\sim 10^{-23}$ s)

5. Interaksi Partikel & Keluarga Partikel

Dalam fisika partikel:

Hadron dibagi menjadi dua keluarga:

1. Baryon (3 quark)

- proton
- neutron
- Λ , Σ , Ξ baryon

2. Meson (1 quark + 1 antiquark)

- pion π
- kaon K
- ρ meson

Interaksi kuat terjadi pada hadron; lepton tidak mengalami interaksi kuat.

Keluarga partikel berdasarkan gaya:

- Lepton: e^- , μ^- , ν
- Hadron: proton, neutron, meson
- Gauge boson: foton, gluon, W, Z

6. Kesimetrian dan Hukum Konservasi

Hukum Konservasi

- Konservasi muatan Q
- Konservasi energi & momentum
- Konservasi spin
- Konservasi lepton number
- Konservasi baryon number

Kesimetrian (Symmetry)

Beberapa interaksi mematuhi:

- isospin
- paritas
- $SU(3)$ flavor
- $SU(3)$ warna
- CPT invariance

7. Model Quark

Murray Gell-Mann dan George Zweig (1964) menyatakan bahwa hadron disusun dari **quark**.

Quark dasar:

- u (up)
- d (down)
- s (strange)
- kemudian ditambah: c, b, t

Meson = quark + antikuark

Baryon = 3 quark

8. Quark Colored & Gluon

Gaya kuat (QCD) bekerja melalui **warna quark**:

- warna: merah, hijau, biru
- antiwarna: antimerah, antihijau, antibiru

Gaya antar quark dimediasi oleh **gluon** (8 jenis).

Hadron selalu **netral warna**, misalnya:

- RGB $\rightarrow$ baryon
- warna + antiwarna $\rightarrow$ meson

9. Reaksi & Peluruhan Model Quark

Partikel meluruh sesuai struktur quarknya.

Contoh:

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$$

Reaksi dalam quark:

$$d\bar{u} \rightarrow W^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$$

Peluruhan bergantung:

- spin
- massa quark
- hukum konservasi
- gaya yang bekerja