

MATA KULIAH : FISIKA DASAR II
KODE MK : EL-122
Dosen : Dr. Budi Mulyanti, MSi

Pertemuan ke-1

CAKUPAN MATERI

1. MUATAN LISTRIK
2. HUKUM COULOMB

SUMBER-SUMBER:

1. Frederick Bueche & David L. Wallach, Technical Physics, 1994, New York, John Wiley & Sons, Inc
2. Tipler, Fisika Untuk sains dan Teknik (terjemah oleh Bambang Soegijono), Jakarta, Penerbit Erlangga, 1991
3. Gancoli Douglas C, Fisika 2 (terjemah), 2001, Penerbit Erlangga, Edisi 5.
4. Sears & Zemansky, Fisika Untuk Universitas 3 (Optika & Fisika Modern), 1991, Jakarta-New York, Yayasan Dana Buku Indonesia
5. Frederick J. Bueche, Seri Buku Schaum Fisika, 1989, Jakarta, Penerbit Erlangga
6. Halliday & Resnick, Fisika 2, 1990, Jakarta, Penerbit Erlangga
7. Sutrisno, Seri Fisika Dasar (Fisika Modern), 1989, Bandung, Penerbit ITB

ELEKTROSTATIKA

1.1 MUATAN LISTRIK

Pada tahun 500 SM, orang Yunani menemukan bahwa batu ambar yang digosok dapat menarik benda-benda kecil. Batu ambar tersebut memperoleh muatan listrik dengan cara digosok. Asal kata 'electricity' (listrik) adalah dari elektron, yang artinya batu ambar. Selain batu ambar benda yang bermuatan listrik statik adalah sisir, kertas dalam mesin cetak.

Macam muatan listrik:

- muatan positif
- muatan negatif

Muatan yang sejenis akan tolak menolak, sedangkan muatan yang tidak sejenis tarik menarik. Disamping ada gaya tarik menarik yang disebabkan oleh muatan yang berlawanan, bekerja pula gaya gravitasi. Namun gaya gravitasi ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan gaya elektrostatis.

Proses mendapatkan muatan listrik

Pada akhir abad XIX, disimpulkan bahwa muatan listrik diperoleh karena berpindahnya elektron dari satu atom ke atom lainnya, jadi ada atom yang kehilangan dan ada atom yang memperoleh elektron, sehingga dikatakan elektron sebagai pembawa muatan.

Struktur Atom

- Atom terdiri dari partikel-partikel:
 - elektron (bermuatan negatif)
 - proton (bermuatan positif)
 - neutron (netral/tidak bermuatan)
- Proton dan neutron terletak di dalam inti atom, sehingga muatan inti atom positif.
- Diameter inti atom : $\pm 10^{-12}$ cm.
- Di luar inti, terdapat elektron, dengan diameter lintasan $2 - 3 \times 10^{-8}$ cm.
- Atom dikatakan netral, jika: jumlah proton = jumlah elektron
- Proses ionisasi adalah proses berkurang/bertambahnya elektron di dalam atom.
 - ion negatif: ion yang memperoleh tambahan elektron

- ion positif: ion yang kehilangan/melepaskan elektron

Massa elektron

- Elektron memiliki massa yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan massa proton/massa neutron. Massa proton = massa neutron = 1840 x massa elektron, sehingga seluruh massa atom dapat dikatakan terpusat dalam inti atom.
- Untuk menghitung massa proton, digunakan atom H.
Untuk 1 mol H massanya 1 gram.

1 mol H terdiri dari $6,02 \times 10^{23}$ partikel H

$$\begin{aligned} \text{sehingga: massa 1 atom H} &= \frac{1}{6,02 \times 10^{23}} \times 1 \text{ gram} \\ &= 1,67 \times 10^{-24} \text{ gram} \end{aligned}$$

- karena dalam 1 atom H hanya ada 1 proton dan 1 elektron, maka dapat disimpulkan massa proton = $1,67 \times 10^{-24}$ gram, sedangkan massa elektron = $9,11 \times 10^{-28}$ gram.

1.2 HUKUM COULOMB

Charles A. de Coulomb (17 84) menghitung secara kuantitatif gaya tarik / tolak antara 2 muatan titik. Yang dimaksud dengan muatan titik adalah jika ukuran benda yang bermuatan jauh lebih kecil dibandingkan dengan jarak yang memisahkan muatan- muatan tersebut.

Hukum Coulomb: *gaya tarik menarik / tolak menolak antara 2 muatan titik adalah berbanding lurus dengan hasil kali kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan titik tersebut.*

Secara matematis: $F_e = k \frac{qq'}{r^2}$

dengan: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

atau $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$ (permitivitas vacuum)

Muatan 1 coulomb :

karena muatan 1 elektron = $1,6 \times 10^{-19}$ C, maka 1 coulomb adalah muatan dari:

$$\frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6,25 \times 10^{18} \text{ elektron.}$$

Contoh: Bandingkan besar gaya elektrosatitik dan gaya gravitasi antara 2 atom Helium yang terionisasi, $\text{He} \rightarrow \text{He}^{++}$

$$\text{muatan He}^{++} = +3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{massa He} = 6,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F_e = k \frac{qq'}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(3,2 \times 10^{-19})(3,2 \times 10^{-19})}{r^2}$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,7 \times 10^{-11} \frac{(6,68 \times 10^{-27})(6,68 \times 10^{-27})}{r^2}$$

$$\text{Maka perbandingan: } \frac{F_e}{F_g} = \frac{k q^2}{G m^2} = 3,1 \times 10^{35}$$

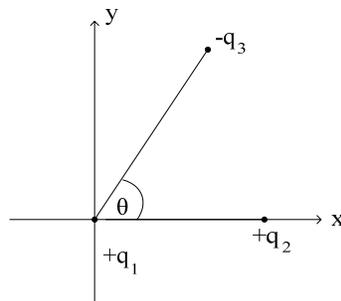
sehingga $F_e \gg F_g$

Disamping adanya gaya elektrostatis dan gaya gravitasi ada gaya nuklir yang mengikat proton dan neutron membentuk inti atom. Gaya nuklir ini jauh lebih besar dibandingkan dengan gaya elektrostatis.

Gaya tarik elektrostatis antara proton dan elektron menimbulkan gaya sentripetal yang menahan elektron tetap pada orbitnya.

Soal-soal:

1. Pada gambar di bawah ini terdapat 3 buah muatan : q_1 , q_2 dan q_3 .



Gambar Menghitung gaya yang bekerja pada muatan q_1 oleh q_2 dan q_3

Jika diketahui:

$$q_1 = 2,0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 3,0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_3 = -1,0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Berapakah gaya yang bekerja pada q_1 . Jika diketahui :

Muatan q_1 terletak di pusat koordinat.

Jarak antara muatan q_1 dan q_2 adalah: $r_{12} = 15 \text{ cm}$

Dan jarak antara muatan q_1 dan q_3 adalah $r_{13} = 20 \text{ cm}$

Dan sudut antara sumbu x dengan r_{13} , $\theta = 60^\circ$

2. Jika jarak r antara elektron dan proton di dalam atom H adalah $5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$, berapakah besar :

a. Gaya listrik kedua partikel tersebut

b. Gaya gravitasi kedua partikel tersebut

Jika diketahui :

$$q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \qquad q_p = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg} \qquad m_p = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

3. Gaya elektrostatis di antara 2 ion yang serupa yang dipisahkan oleh jarak $5 \times 10^{-10} \text{ m}$ adalah $3,7 \times 10^{-9} \text{ N}$.

a. Berapakah muatan pada tiap ion

b. Berapakah elektron yang hilang dari setiap ion