

Fisika Dasar Listrik Magnet

PAP112/ (3 + P)



Universitas
Andalas

Afdhal Muttaqin H.S. M.Si

Physics Department

Pendahuluan

- Silabus dan Kontrak Perkuliahan
- Listrik - Magnet
 - Sifat muatan listrik
 - Insulator dan konduktor
 - Hukum Coulomb

Silabus dan Kontrak Perkuliahan – Fisika Listrik Magnet

Dosen : Afdhal Muttaqin H.S. M.Si Jurusan Fisika,
Phone: 0852 6386 1177 (SMS)
e-mail: allz@fmipa.unand.ac.id, Web:

Jam Kuliah: Senin 15:00 - 16:40 PM, Kuliah Fisika Listrik Magnet, Ruang G1.4
Kamis Minggu Ganjil 10:30-12:10 PM, Kuliah Fisika Listrik Magnet, Ruang G1.4,
atau **dengan kesepakatan bersama**

Penilaian:

Quiz	20%
Tugas	10%
Praktikum	25%
UTS	20%
UAS	25%

Quiz : Sangat penting untuk masuk kelas dengan persiapan!

Tugas and QUIZ : Quiz diadakan sesuai dengan jadwal; Pengumpulan tugas dengan waktu ditentukan. Keterlambatan pengumpulan akan mengurangi nilai dari total maksimum

Ujian: Ujian diadakan 2 waktu, UTS (08/11 – 19/11) dan UAS (10/01 – 21/01)

Setiap tindakan Kecurangan akan mengakibatkan Kegagalan Perkuliahan (E)

Praktikum: *Kegagalan praktikum akan mengakibatkan kegagalan perkuliahan.*

Pustaka:

- Giancoli, D.C. Fisika, 5th ed. Jilid 2
- Tipler, Fisika untuk Sains dan Teknik, edisi 3, Jilid 2
- Serway & Jewet, Physics for Scientists and Engineers, 6th ed.
- Halliday, Resnick, Fundamental of Physics, 7th ed.

Jadwal dan Bahan s/d UTS

PK	Hari	Tanggal	Bahan	Tugas
1	Kamis	16/09/10	Pendahuluan: 18.1 Sifat muatan listrik :18.2 Insulator dan konduktor – muatan konduksi:18.3 Hukum Coulomb	Tugas 1
2	Senin	20/09/10	Hukum Coulomb (lanjutan), Medan Listrik	
3	Senin	27/09/10	Medan Listrik (lanjutan), Konduktor pada Kesetimbangan elektrostatik,	
4	Kamis	30/09/10	QUIZ 1	Kumpul T1
5	Senin	04/10/10	Fluks Listrik dan Hukum Gaus,	Tugas 2
6	Senin	11/10/10	Energi Potensial Listrik, Beda Potensial Listrik , Kapasitor	
7	Kamis	14/10/10	Kapasitansi & Kapasitor serta rangkaian	
8	Senin	18/10/10	QUIZ 2	Kumpul T2
9	Senin	25/10/10	Arus Listrik	Tugas 3
10	Kamis	28/10/10	Rangkaian Arus Searah – Hukum Kirchhoff	
11	Senin	01/11/10	Rangkaian Arus Searah (lanjutan)	
12	Kamis	04/11/10	QUIZ 3	Kumpul T3
		08/11 – 19/11	Ujian Tengah Semester	

Jadwal dan Bahan setelah UTS

PK	Hari	Tanggal	Bahan	Tugas
12	Senin	15/11/10	Medan Magnet & Gaya	Tugas 4
13	Kamis	18/11/10	Gaya Magnet pada kawat berarus, Torsi, dan aplikasi	
14	Senin	22/11/10	Aplikasi Gaya dan Medan Magnet	
15	Kamis	25/11/10	QUIZ 4	Kumpul T4
16	Senin	29/11/10	Hukum Ampere & Aplikasi	Tugas 5
17	Senin	6/12/10	Induksi E.M.F, Hukum Faraday	
18	Kamis	9/12/10	E.M.F Bergerak, Hukum Lenz, Generator	
19	Senin	13/12/10	QUIZ 5	Kumpul T5
20	Senin	20/12/10	Induktansi, Rangkaian RL, Energi pada Medan Magnet,	Tugas 6
21	Kamis	23/12/10	Induktansi Mutual, Osilasi dalam Rangkaian LC	
22	Senin	27/12/10	Rangkaian AC	
23	Senin	03/01/11	Rangkaian seri RLC	
24	Kamis	06/01/11	QUIZ 6	Kumpul T6
		10/01 - 21/01	UAS	

Bayangkan jika hidup tanpa listrik



Bagaimana ini terjadi?



Universitas
Andalas

Physics Department

Pendahuluan

- Listrik berasal dari kata Yunani *elektron* yang berarti amber
- Pengetahuan tentang kelistrikan telah ada sejak jaman yunani kuno (700 SM).
- Jika menggosok amber (damar pohon yang membatu) dengan sepotong kain, amber akan menarik daun kecil atau debu



Berawal dari kejadian sederhana...



Bagaimana Mungkin????

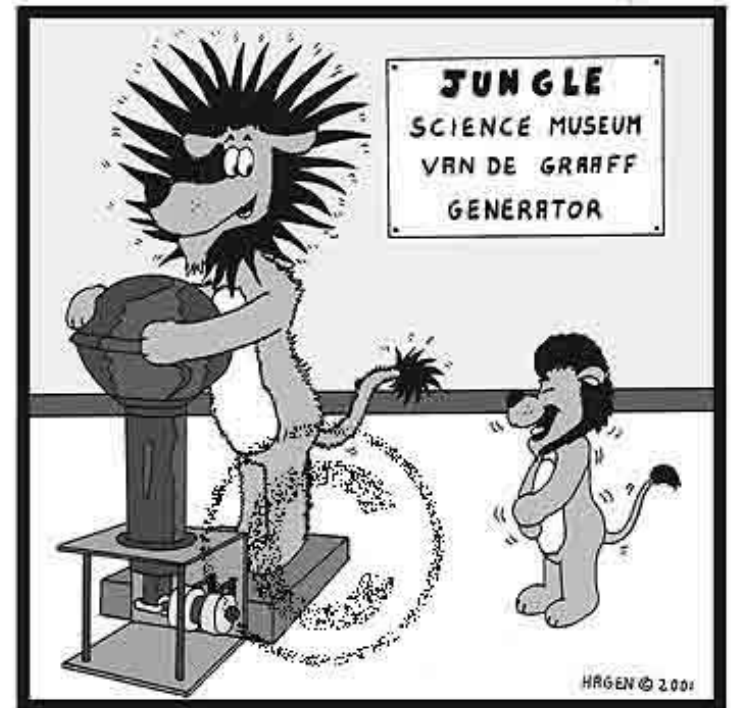
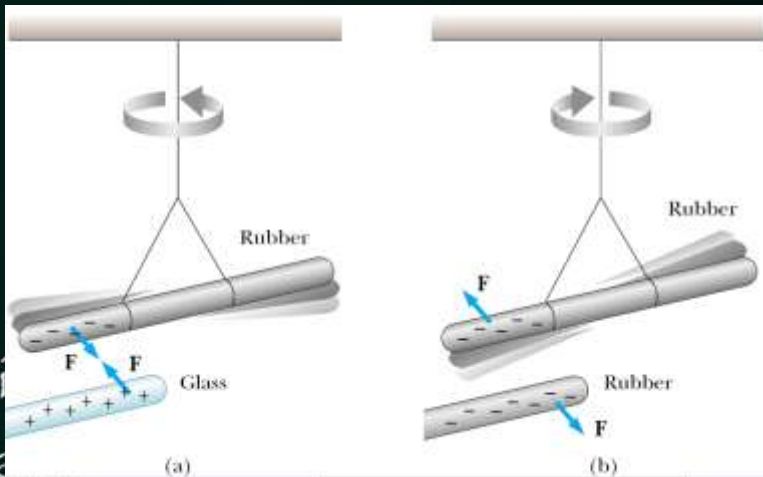


MUATAN

Universitas
Andalas

Physics Department

Sifat Muatan Listrik



I told you Science was fun!

Sifat Muatan Listrik

- Pengamatan: “listrik statis”
 - Sisir yang dapat menarik potongan kecil kertas.
 - Balon yang digosok dengan woll.
- “Penyaluran muatan listrik”
 - Generator Van de Graaf.
- ***Dua jenis muatan***
 - Dinamakan oleh Benjamin Franklin (1706-1790): **positive** dan **negative**.
- ***Muatan sejenis saling tolak menolak, muatan berlawanan tarik menarik.***

Sifat Muatan Listrik

- Pada tingkat atom.
 - Nucleus : “robust”, **positive**.
 - Electrons : bergerak, **negative**.
- Atom biasanya berada pada keadaan **neutral**.
- Muatan memiliki kecenderungan alami untuk ditransfer antar material yang tidak sama.
- Bagaimanapun, muatan listrik selalu **conserved** pada setiap proses.
 - Muatan tidak diciptakan.
 - Biasanya, **muatan negative** ditransfer dari satu benda ke benda lain.

Sifat Muatan Listrik

Quantisasi

- Robert Millikan menemukan, pada 1909, bahwa objek hanya bisa bermuatan sebagai kelipatan bilangan bulat dari suatu besaran fundamental muatan (e).
 - Muatan ter**quantisasi**.
 - Sebuah objek dapat bermuatan $\pm e$, atau $\pm 2e$, atau $\pm 3e$, tapi tidak dapat, katakanlah $\pm 1.5e$.
 - Proton bermuatan **+1e**.
 - Electron bermuatan **-1e**.
 - Beberapa partikel seperti **neutron** tidak memiliki muatan.
 - Sebuah atom netral memiliki muatan positive yang sama banyaknya dengan muatan negative.

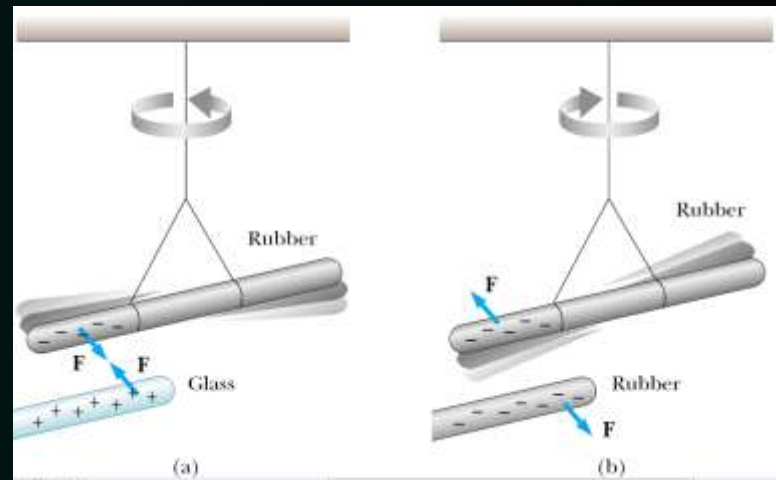
- **Satuan**

- Pada SI, muatan listrik terukur dalam coulomb (C).

- Nilai dari $|e| = 1.602\ 19 \times 10^{-19}$ C.

Mengapa hanya pada:

- Sisir dan kertas
- Karet dan kaca



Insulator and Konduktor

Pengelompokan Material

- Material/substansi dapat dikelompokkan berdasarkan kemampuannya untuk membawa muatan
 - material yang muatan listriknya dapat bergerak bebas konduktor
 - material yang muatan listriknya tidak bergerak bebas insulator.
 - kaca, karet insulator yang baik.
 - Tembaga, aluminum, dan perak, konduktor yang baik.
- Semiconductor kelompok material ketiga yang memiliki sifat listrik diantara insulator dan konduktor
 - Silicon dan germanium adalah semiconductor yang digunakan secara luas untuk piranti elektronik.

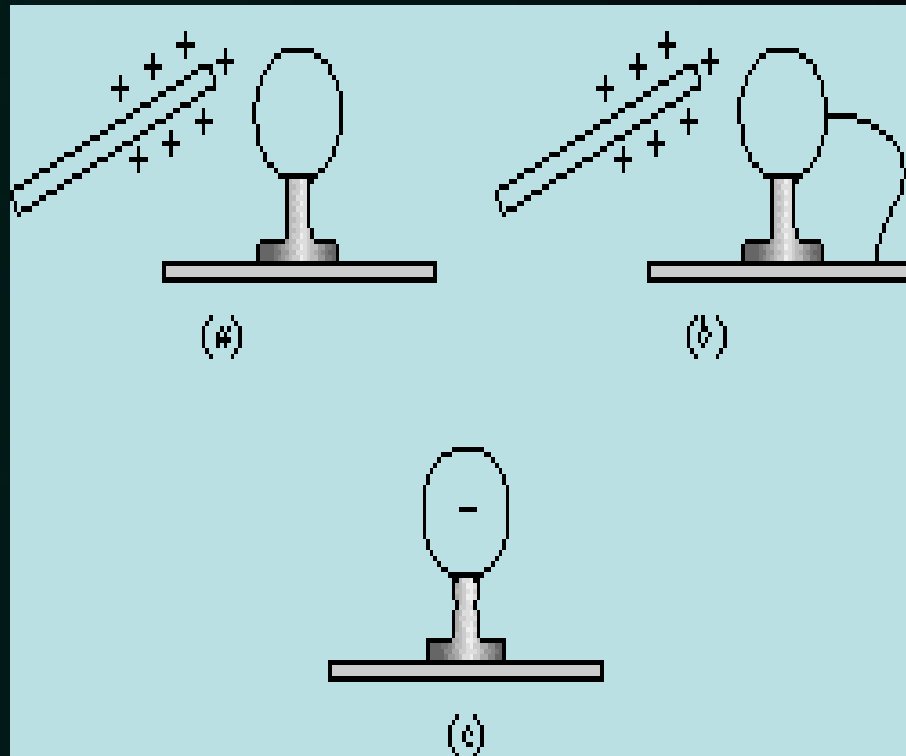
Insulator dan Conductor

Pemuatan dengan induksi



Insulator and Conductor

– Pemuatan dengan Induksi.



Insulators dan Conductors

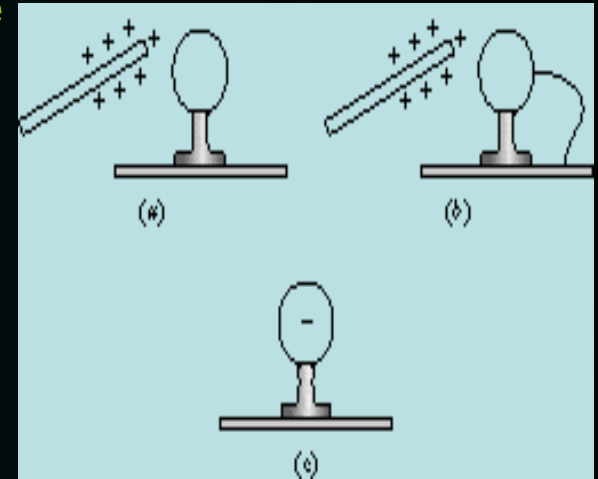
– Earth/Ground.

- Ketika konduktor terhubung ke bumi dengan kabel penghubung, dikatakan ter"**ground**" atau **dibumikan** Mengapa??
- Bumi sebagai *quasi infinite reservoir* of electrons: can *accept or supply an unlimited number of electrons*.

Insulator dan Conductor

Pemuatan dengan induksi.

- Sebuah insulator bermuatan positif dibawa ke dekat bola konduktor yang terisolasi dari ground.
- Gaya interaksi antar muatan positif membuat distribusi ulang muatan pada bola konduktor.
- Muatan positif menjauh dari insulator meninggalkan muatan negatif yang berlebih didekat insulator.
- Hubungkan konduktor ke bumi.
- Tolakan antar elektron mengakibatkan elektron berpindah dari bola konduktor ke bumi.
- Putuskan kabel penghubung.
- Bola konduktor sekarang memiliki muatan total negatif.



Insulators and Conductors

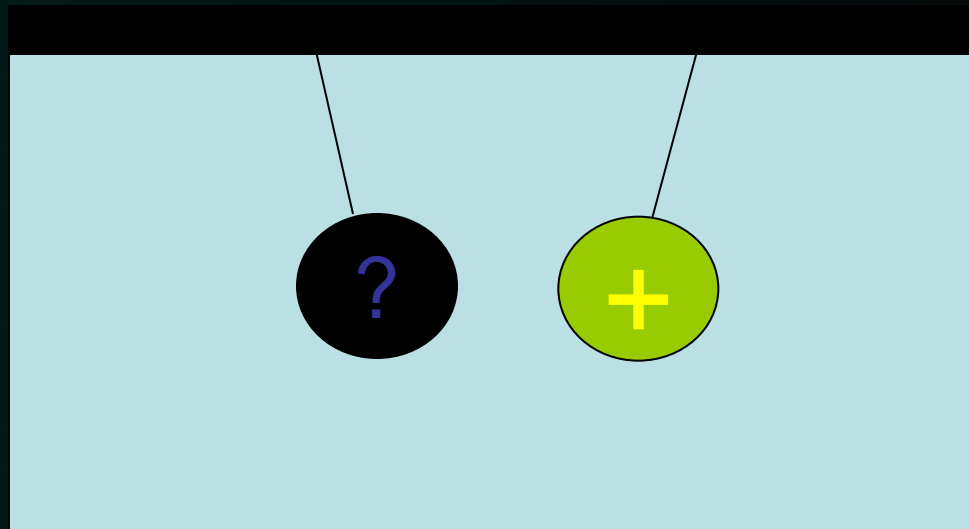
– Polarization.

- Polarisasi adalah memposisikan kembali muatan dalam satu molekul.
- Menghasilkan muatan induksi pada permukaan insulator.
- karet atau kaca dapat digunakan sebagai penyuplai elektron.

Mini-quiz

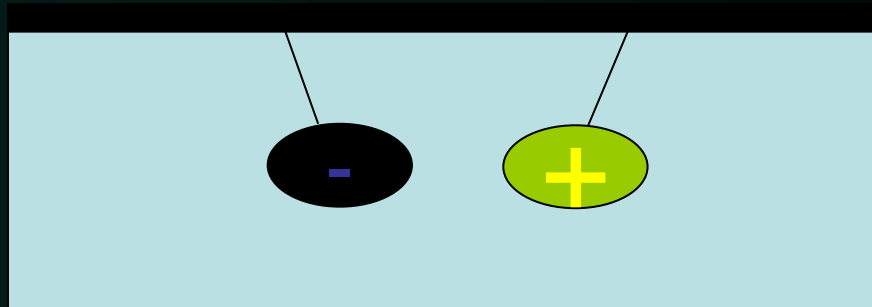
Sebuah benda bermuatan positif digantung dengan sebuah tali didekatkan ke objek non konduktor (bola). Bola kelihatan menjadi tertarik kearah benda.

1. Mungkinkah menentukan Jenis muatan dengan cara tersebut? Jelaskan!.
2. Experimen tambahan apa yang diperlukan untuk menentukan jenis muatan tersebut?

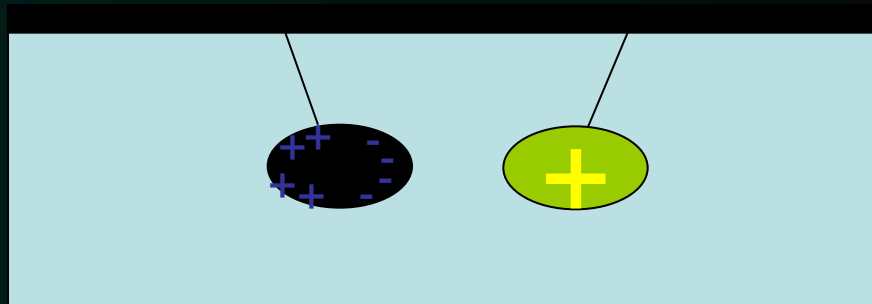


Kenapa tidak mungkin??.

- Dua Kemungkinan:
 - Tarik-menarik antar objek dengan muatan berbeda.

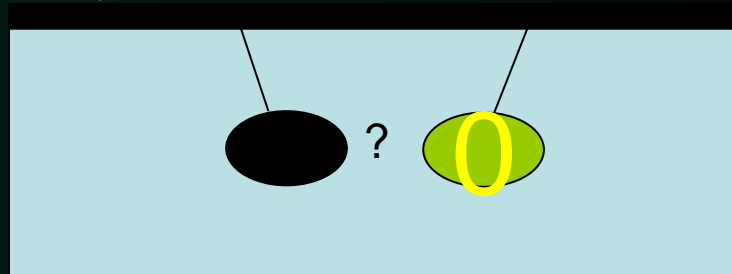


- Tarik-menarik antara objek bermuatan dengan objek netral yang terpolarisasi.

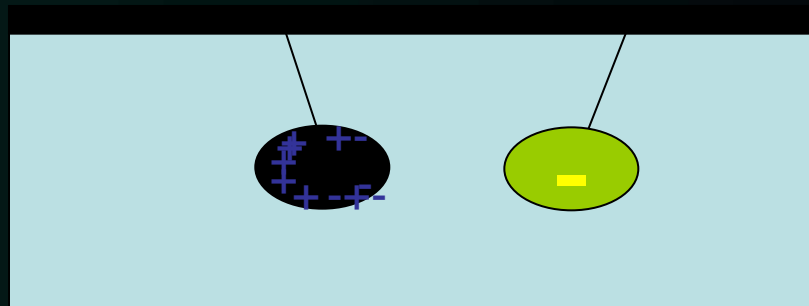


Eksperimen tambahan apa yang diperlukan?

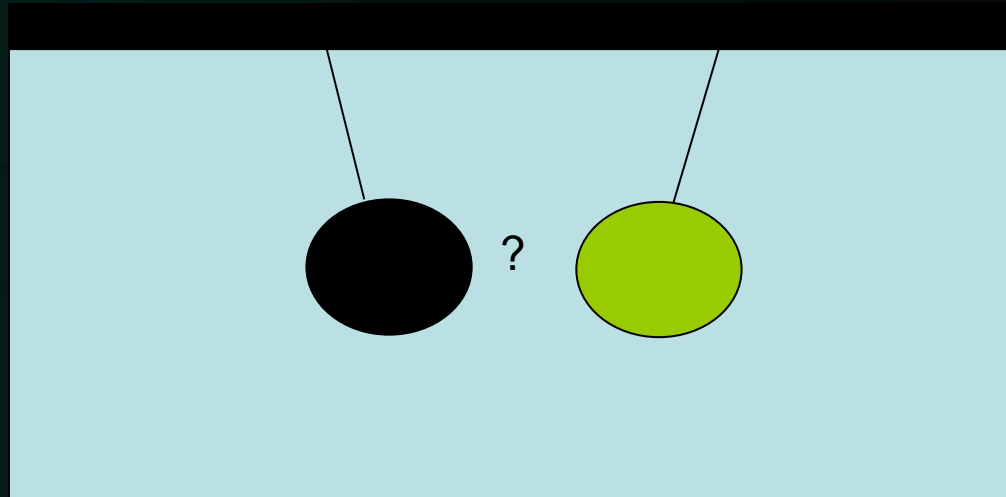
- Dua Eksperimen:
 - Bawa bola bermuatan netral yang diketahui kedekat objek dan amati ketertarikannya.



- Bawa muatan negatif yang diketahui kedekat benda pertama. Jika ada ketertarikan, objek adalah netral. Dan ketertarikan diakibatkan oleh polarisasi muatan.



Mengapa ini mungkin?

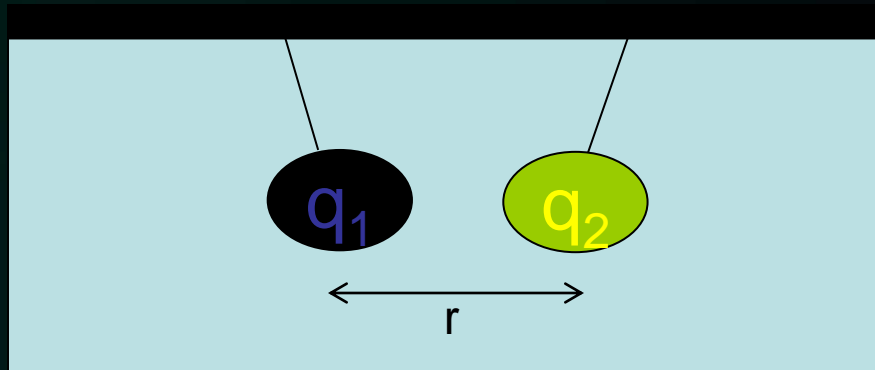


Hukum Coulomb

- Observasi

Gaya listrik memiliki sifat:

- Berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak, r , antara partikel, dan sepanjang garis yang menghubungkan keduanya.
- Sebanding dengan besarnya muatan $|q_1|$ dan $|q_2|$ pada kedua partikel.
- Saling menarik jika berbeda muatan dan tolak menolak jika bermuatan sama.



- Charles Coulomb menemukan pada 1785 hukum dasar gaya listrik antara dua partikel bermuatan stasioner

Hukum Coulomb

– Formulasi Matematis

$$F = k_e \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

- k_e dikenal dengan konstanta Coulomb.
- Nilai dari k_e tergantung dari pemilihan satuan.
- Satuan SI
 - Gaya: Newton (N)
 - Muatan: coulomb (C).
 - Arus: ampere (A =1 C/s).
 - Jarak: meter (m).
- *Secara Experiment* terukur nilai:
 $k_e = 8.9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.
- *Pendekatan* : $k_e = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Charge and Mass of the Electron, Proton and Neutron.

Particle	Charge (C)	Mass (kg)
Electron	-1.60×10^{-19}	9.11×10^{-31}
Proton	$+1.60 \times 10^{-19}$	1.67×10^{-27}
Neutron	0	1.67×10^{-27}

Quiz

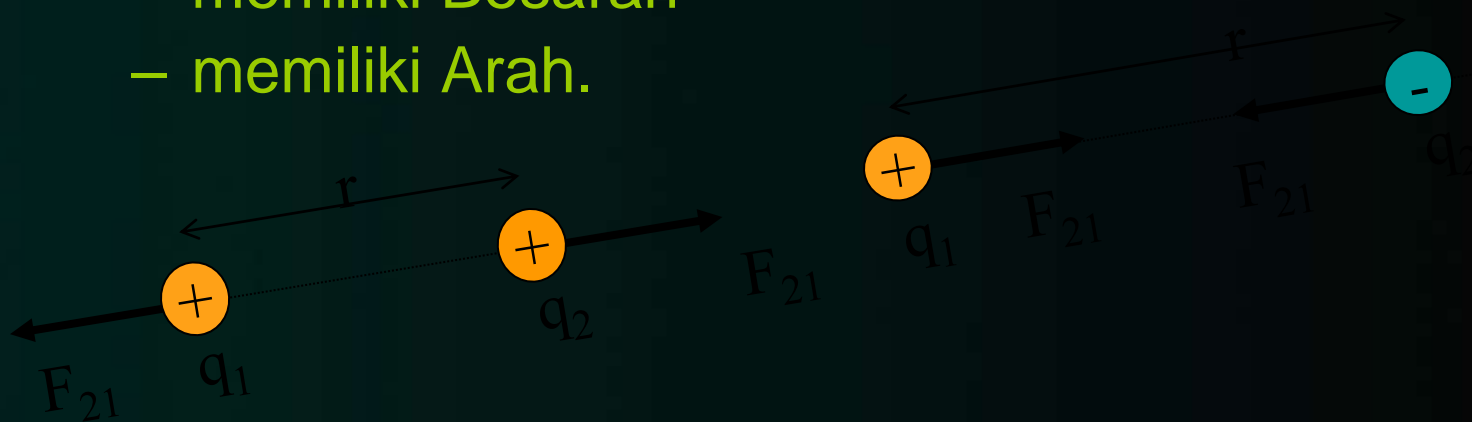
- Untuk $1e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, berapa banyak proton yang dibutuhkan untuk menghasilkan muatan sebesar 1 C?
- Berapa jumlah elektron bebas dalam 3 gram uang tembaga ($Z = 29$) dan nomor massa 63.5 dan $N_a = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$

Muatan terpolarisasi yang dihasilkan dari eksperimen elektrostatis dengan karet atau kaca adalah $10^{-6} \text{ C} = 1 \mu\text{C}$.

Coulomb's Law

– Remarks

- Gaya elektrostatis sering juga disebut Gaya Coulomb.
- Gaya karena:
 - memiliki Besaran
 - memiliki Arah.



Mini-Quiz

- Gaya apa saja yang telah dipelajari sejauh ini?

Contoh: Gaya Listrik

Pertanyaan:

Elektron dan proton dari sebuah atom hidrogen dipisahkan (rata-rata) pada jarak sekitar 5.3×10^{-11} m. Tentukan besarnya gaya listrik yang bekerja pada setiap partikel oleh partikel lainnya.

Pertanyaan:

Elektron dan proton dari sebuah atom hidrogen dipisahkan (rata-rata) pada jarak sekitar 5.3×10^{-11} m. Tentukan besarnya gaya listrik yang bekerja pada setiap partikel oleh partikel lainnya.

Pengamatan:

- Kita tertarik untuk menemukan besar gaya antara dua partikel yang diketahui muatannya, dan dengan jarak yang ditentukan
- Besarnya gaya diberikan oleh Hukum Coulomb.

$$F = k_e \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

$$\gg q_1 = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\gg q_2 = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\gg r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

Pertanyaan:

Elektron dan proton dari sebuah atom hidrogen dipisahkan (rata-rata) pada jarak sekitar 5.3×10^{-11} m. Tentukan besarnya gaya listrik yang bekerja pada setiap partikel oleh partikel lainnya.

Pengamatan:

Kita tertarik untuk menemukan besar gaya antara dua partikel yang diketahui muatannya, dan dengan jarak yang ditentukan

Besarnya gaya diberikan oleh Hukum Coulomb.

$$q_1 = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_2 = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$F = k_e \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

Solusi

$$F_e = k_e \frac{|e|^2}{r^2} = 8.99 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2} = 8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

Gaya saling tarik sebesar 8.2×10^{-8} N.

Prinsip Superposisi



- Dari pengamatan: ditemukan bahwa ketika diberikan penggandaan muatan, total gaya pada muatan uji ternyata adalah penjumlahan *vector* dari keseluruhan gaya yang diakibatkan oleh setiap muatan.
- Gaya listrik mematuhi ***prinsip superposisi***

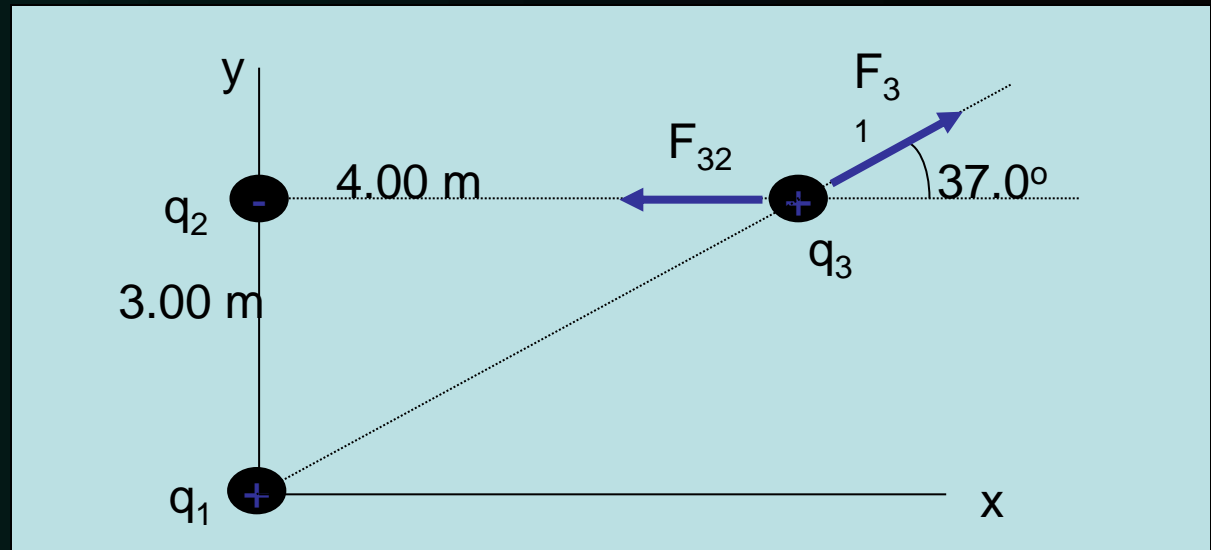
Example: Menggunakan Prinsip Superposisi

Tiga muatan pada setiap sudut segitiga, seperti terlihat pada gambar. Tentukan resultan gaya yang bekerja pada q_3 jika:

$$q_1 = 6.00 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -2.00 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_3 = 5.00 \times 10^{-9} \text{ C}$$

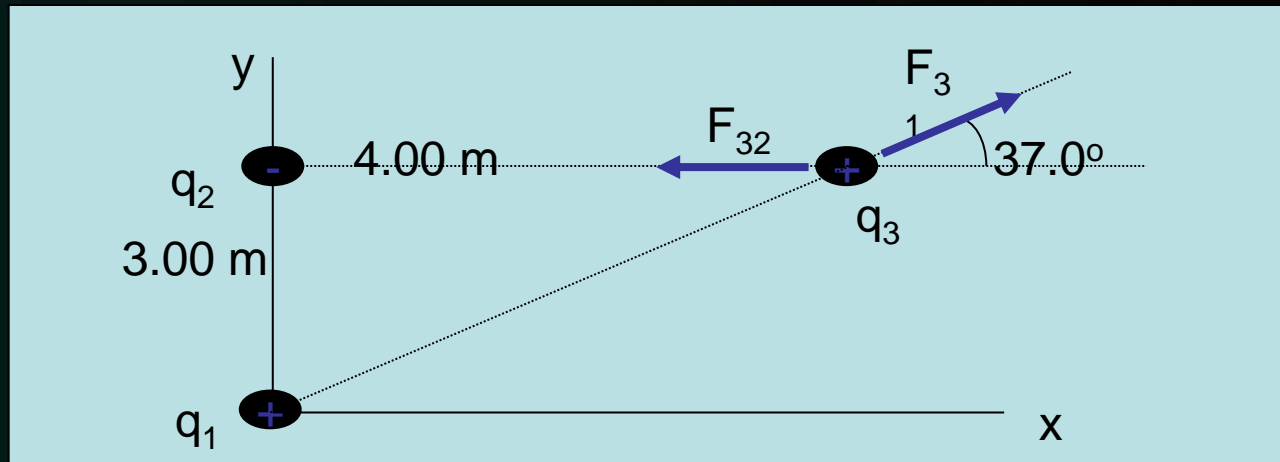


Tiga muatan pada setiap sudut segitiga, seperti terlihat pada gambar. Tentukan resultan gaya yang bekerja pada q_3 jika:

$$q_1 = 6.00 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -2.00 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_3 = 5.00 \times 10^{-9} \text{ C}$$

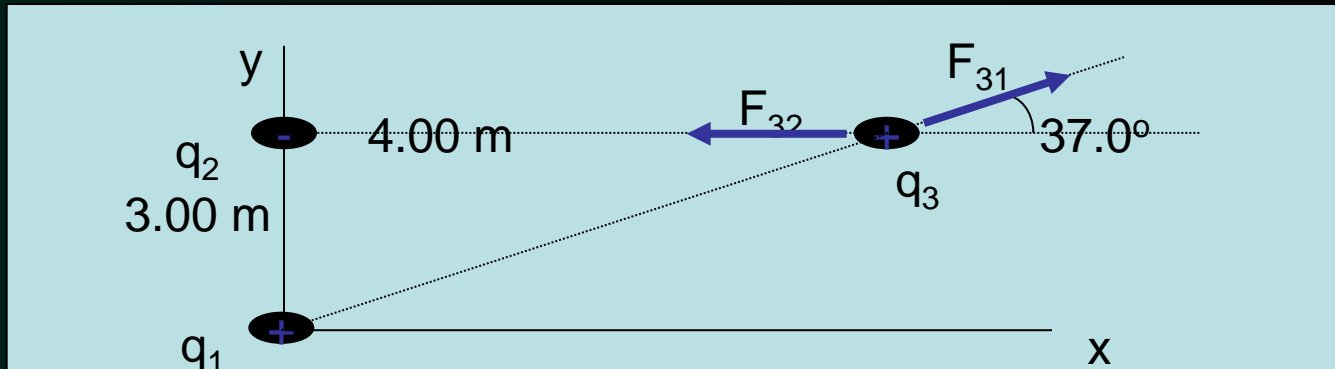


Pengamatan:

- Muatan q_3 akan mengalami gaya akibat interaksi dengan muatan q_2 dengan besar F_{32} menuju muatan q_2 . selain itu terdapat juga gaya interaksi dengan muatan q_1 yang besarnya F_{31} menjauhi muatan q_1 (ada dua gaya pada q_3)
- Prinsip superposisi mengatakan kepada kita bahwa total gaya pada q_3 adalah penjumlahan vektor gaya yaitu gaya F_{32} dan gaya F_{31} .

Besarnya gaya F_{32} dan F_{31} dapat dihitung menggunakan hukum Coulomb.

Untuk tiga titik muatan pada setiap sudut segitiga, seperti gambar dibawah, Tentukan gaya resultan pada muatan q_3 .



Solusi:

$$F_{32} = k_e \frac{|q_3||q_2|}{r^2} = 8.99 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{5.00 \times 10^{-9} \text{ C} \cdot 2.00 \times 10^{-9} \text{ C}}{4.00 \text{ m}^2} = 5.62 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$F_{31} = k_e \frac{|q_3||q_1|}{r^2} = 8.99 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{5.00 \times 10^{-9} \text{ C} \cdot 6.00 \times 10^{-9} \text{ C}}{5.00 \text{ m}^2} = 1.08 \times 10^{-8} \text{ N}$$

$$F_x = F_{32} + F_{31} \cos 37.0^\circ = 3.01 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$F_y = F_{31} \sin 37.0^\circ = 6.50 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 7.16 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$\theta = 65.2^\circ$$

Rangkuman- Pertemuan I

- Pendahuluan
- Listrik - Magnet
 - Sifat muatan listrik
 - Insulator dan konduktor
 - Hukum Coulomb
 - Contoh soal
 - Tugas