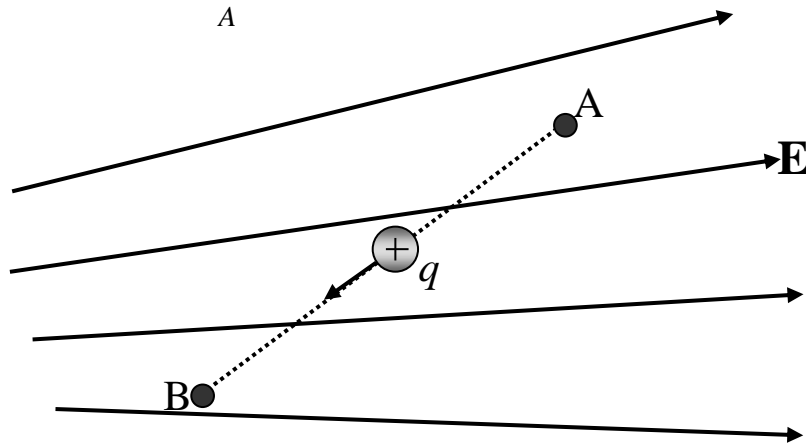


Materi Kuliah Fisika Dasar II
[Pokok Bahasan 3]
POTENSIAL LISTRIK

Drs. Ishafit, M.Si.
 Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

- Sebuah muatan q hendak dipindahkan dari titik A ke titik B. Besarnya usaha yang diperlukan untuk melawan gaya elektrostatis yang bekerja pada muatan q (positif) sama dengan negatif dari komponen gaya elektrostatis pada arah gerakan yang diintegalkan sepanjang lintasan yang dipilih.

$$W_{A-B} = - \int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} \quad (3.1)$$

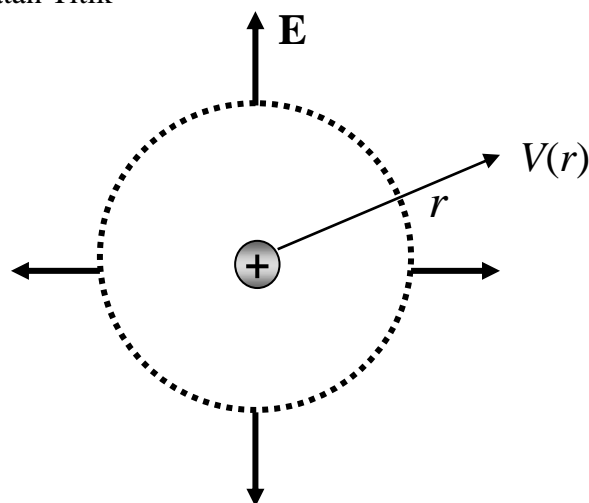


- Beda potensial antara titik B dan A didefinisikan sebagai berikut:

$$V_B - V_A = \frac{W_{A-B}}{q} \quad (3.2)$$

$$V_B - V_A = \frac{W_{A-B}}{q} = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (3.3)$$

- Potensial Muatan Titik



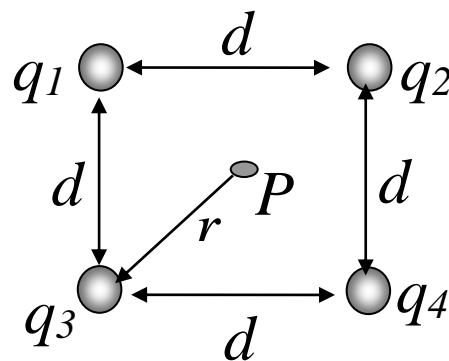
- Potensial elektrostatik di suatu titik tertentu dalam ruang didefinisikan dengan mengambil titik referensi (titik asal muatan yang akan dipindahkan) di titik tak berhingga ($V(\infty)=0$). Sehingga, potensial di titik r adalah:

$$V(r) = -\int_{\infty}^r \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (3.4)$$

- Potensial listrik disuatu titik oleh muatan tunggal q adalah:

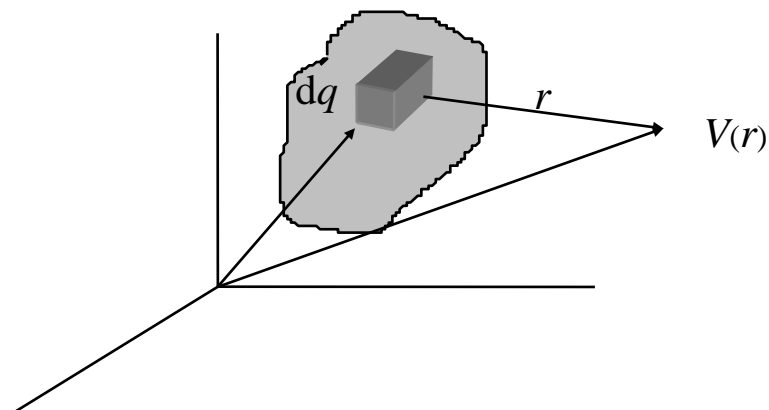
$$V(r) = k \frac{q}{r} \quad (3.5)$$

- Potensial Sistem Muatan Titik



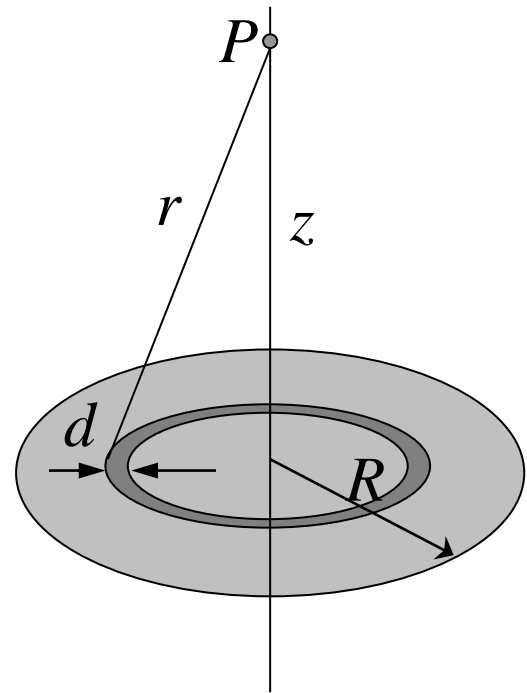
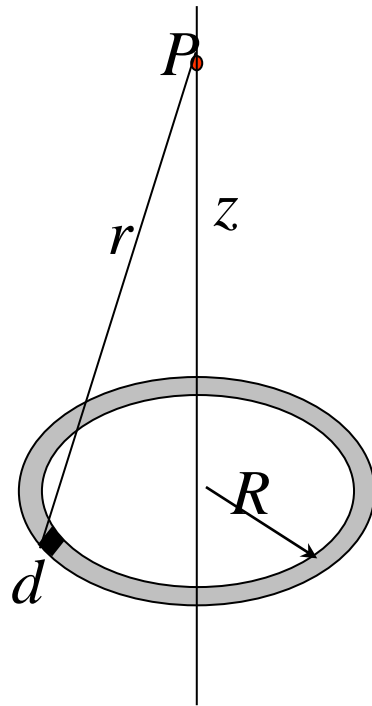
$$V(r) = \sum_{i=1}^n k \frac{q_i}{r_i} \quad (3.6)$$

- Potensial Muatan Kontinyu

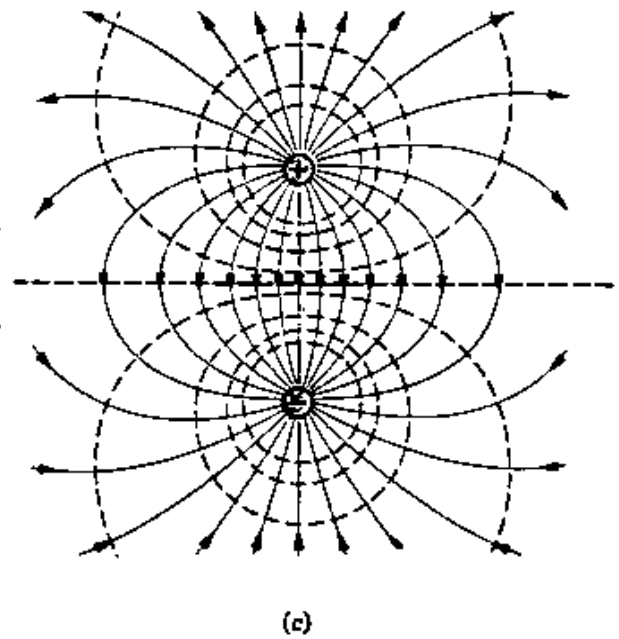
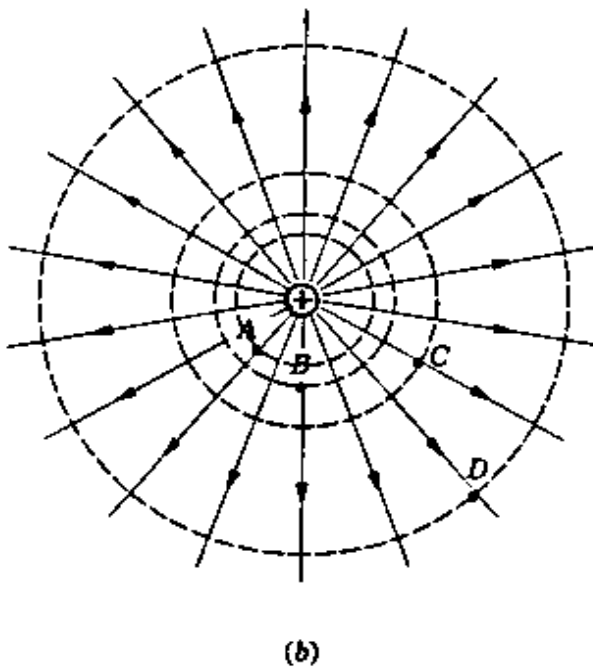


$$V(r) = k \int \frac{dQ}{r} \quad (3.7)$$

- Contoh Sistem Muatan Kontinyu



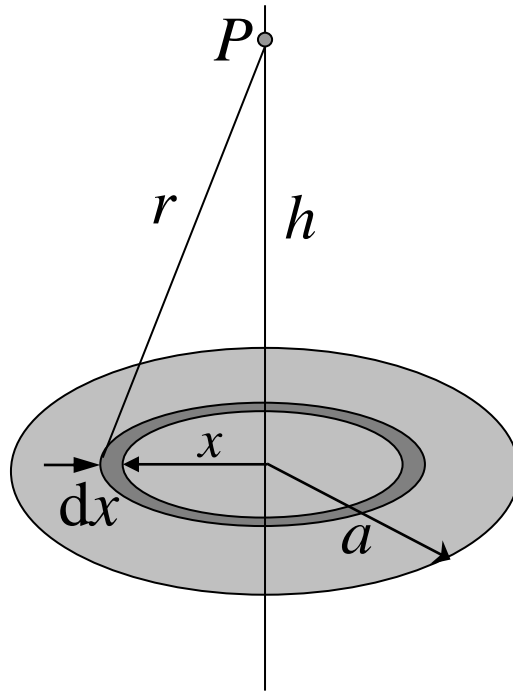
- Permukaan Ekuipotensial



- Penghitungan Medan Listrik dari Potensial

$$E_s = -\frac{dV}{dS} \tag{3.8}$$

- Potensial oleh Cakram Bermuatan



$$dq = \sigma(2\pi x)(dx)$$

$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma 2\pi x dx}{(x^2 + h^2)^{1/2}}$$

$$V = \int dV = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} \int_0^a \frac{2x dx}{(x^2 + h^2)^{1/2}}$$

$$V = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{a^2 + h^2} - h)$$

- Hasil ini berlaku untuk semua nilai h . Di dalam kasus $h \gg a$ maka kuantitas

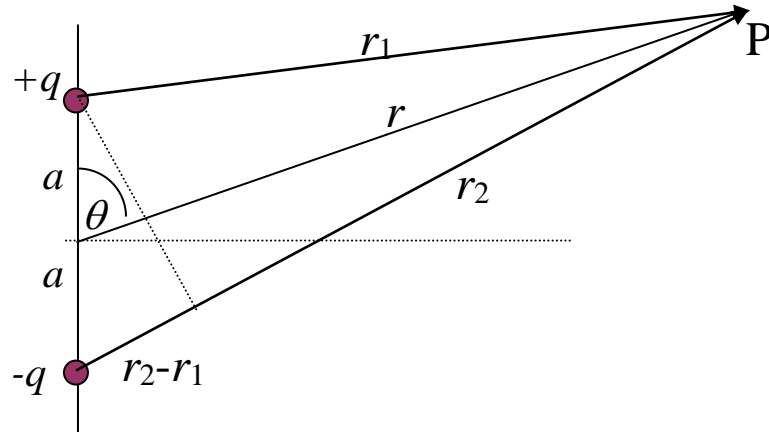
$\sqrt{a^2 + h^2}$ dapat diaproksimasi dengan persamaan:

$$\sqrt{a^2 + h^2} = h \left(1 + \frac{a^2}{h^2}\right)^{1/2} = h \left(1 + \frac{1}{2} \frac{a^2}{h^2} + \dots\right) \cong h + \frac{a^2}{2h}$$

$$V = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(h + \frac{a^2}{2h} - h\right) = \frac{\sigma \pi a^2}{4\pi\epsilon_0 h} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{h}$$

Jadi untuk $h \gg a$, cakram bersikap seperti muatan titik.

- Potensial Listrik oleh Sebuah Dipol



$$V = V_1 + V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r_1} - \frac{q}{r_2} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$$

$$r_2 - r_1 \cong 2a \cos\theta \quad \text{dan} \quad r_1 r_2 \cong r^2$$

sehingga

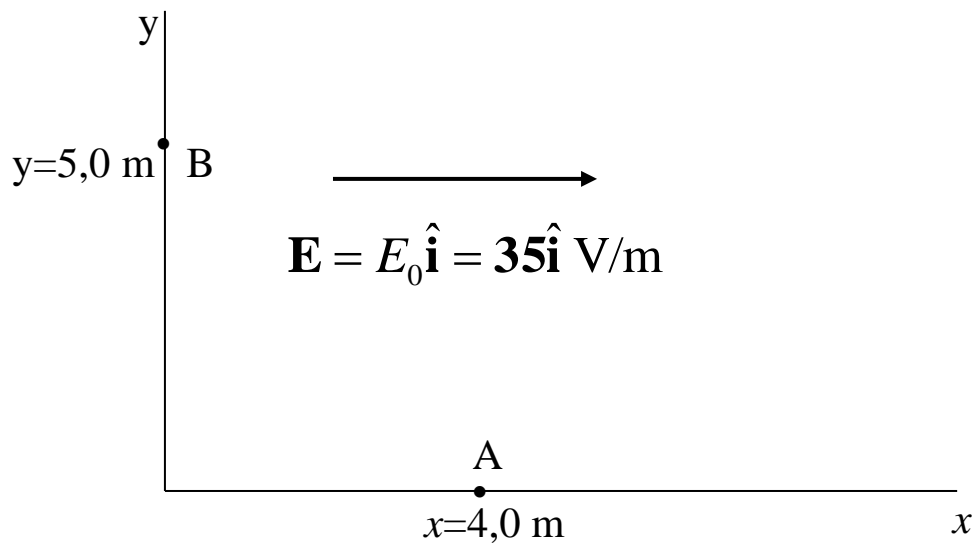
$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2a \cos\theta}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p \cos\theta}{r^2}$$

dalam hal ini

$$p = 2aq$$

Dapat diperhatikan bahwa V sama dengan nol disemua titik dalam bidang equator ($\theta=90^\circ$)

- Beda Potensial dalam Daerah Bermedan Listrik



Jika medan listrik dalam suatu daerah adalah uniform yaitu $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{i}}$, dengan $E_0 = 35 \text{ V/m}$, hitunglah beda potensial $V_B - V_A$ untuk titik $\mathbf{r}_A = 4\hat{\mathbf{i}} \text{ m}$ dan $\mathbf{r}_B = 5\hat{\mathbf{i}} \text{ m}$ seperti ditunjukkan gambar.

Jawaban :

$$V_B - V_A = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r}$$

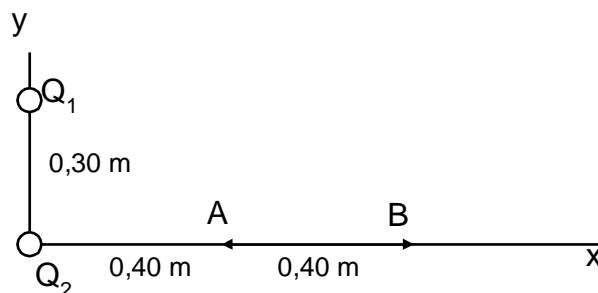
$$d\mathbf{r} = \hat{\mathbf{i}} dx + \hat{\mathbf{j}} dy + \hat{\mathbf{k}} dz$$

$$\mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} = E_0 \hat{\mathbf{i}} \cdot (\hat{\mathbf{i}} dx + \hat{\mathbf{j}} dy + \hat{\mathbf{k}} dz) = E_0 dx$$

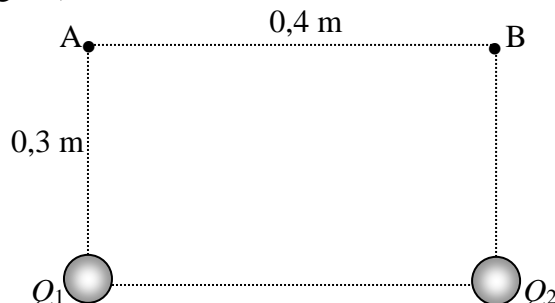
$$V_B - V_A = - \int_{x_A}^{x_B} E_0 dx = - \int_4^5 E_0 dx = (35 \frac{\text{V}}{\text{m}})(4\text{m}) = 140 \text{ V}$$

Soal Latihan:

1. Muatan $Q_1 = 5,0 \mu\text{C}$ dan $Q_2 = -9,0 \mu\text{C}$ berada pada posisi seperti ditunjukkan gambar di bawah ini. Hitunglah: (a) beda potensial antara titik A dan B, (b) usaha/kerja oleh gaya luar untuk memindahkan sebuah muatan $20 \mu\text{C}$ dari A ke B (tanpa mengubah energi kinetik).

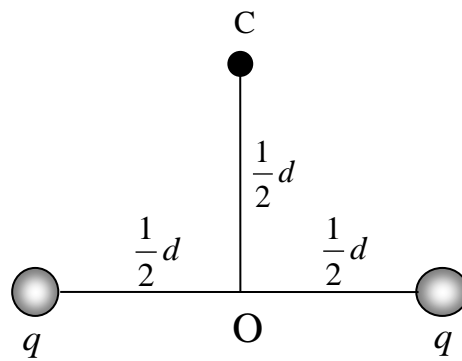


2. Muatan Q_1 dan Q_2 ditempatkan di dua titik sudut segi empat (seperti gambar). Jika beda potensial listrik antara titik A dan titik B adalah $V_A - V_B = 270 \text{ volt}$, tentukan Q_2 apabila $Q_1 = 1,4 \times 10^{-8} \text{ C}$



3. Dua muatan q masing-masing sebesar $+2 \times 10^{-6} \text{ C}$ dipegang tetap di dalam ruang dan berjarak $d = 20 \text{ cm}$ terhadap satu sama lain (seperti diperlihatkan pada gambar). (a) Berapakah potensial listrik di titik C? (b) Jika sebuah muatan ketiga $q = +2 \times 10^{-6} \text{ C}$

dengan secara lambat dibawa dari titik tak hingga ke titik C, berapakah usaha/kerja yang harus dilakukan?



Daftar Pustaka:

Stanford, A. L. and Tanner, J. M., 1985, *Physics for Students of Science and Engineering*, Academic Press, Inc., Orlando, Florida.