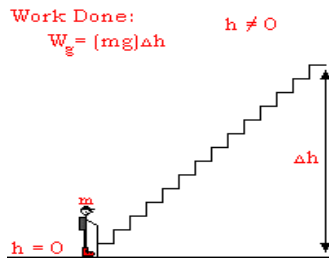
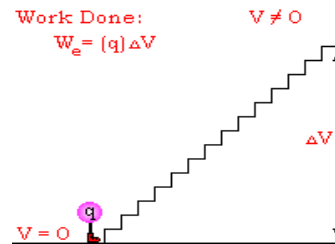


Energi Potensial

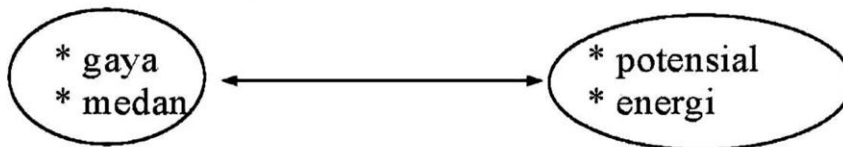
Mekanik



Listrik

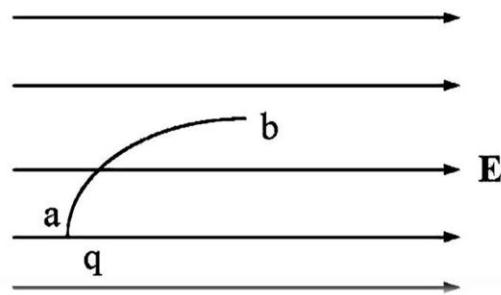


Penjelasan/deskripsi gejala listrik:



Energi Potensial Listrik

→ energi yang diperlukan untuk memindahkan sebuah muatan (“melawan” gaya listrik)



→ energi potensial persatuan muatan → potensial listrik

$$V = U / q$$

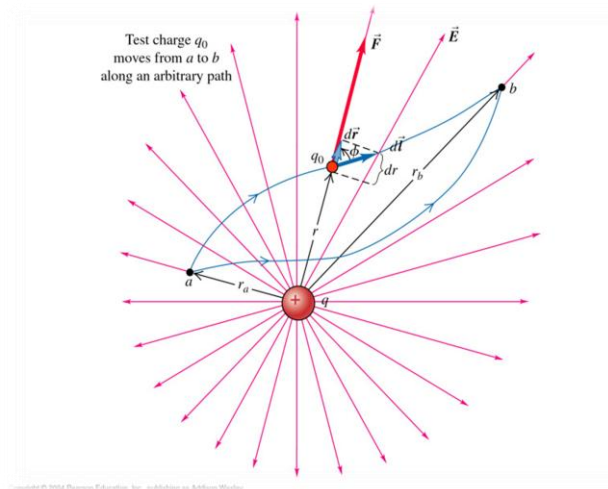
Yang bisa diukur → beda potensial / V_{ba}

$$V_{ba} = V_b - V_a = - W_{ba} / q$$

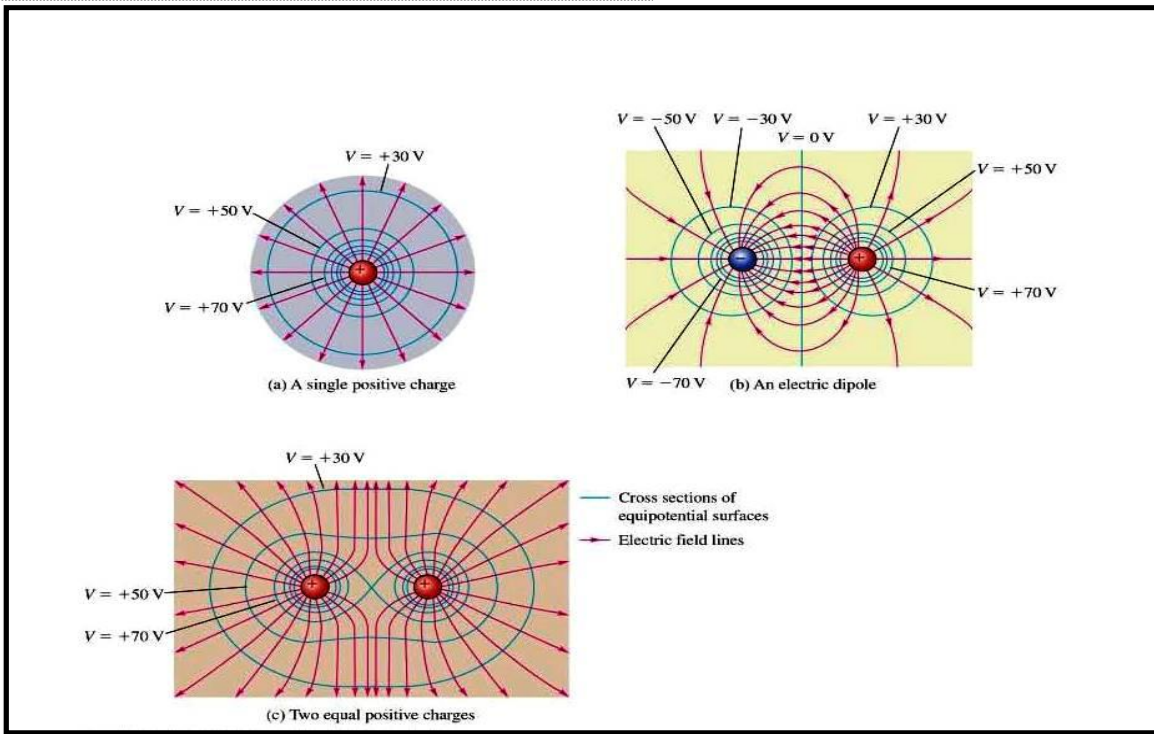
Jadi untuk memudahkan referensi harus ada “zero relatif”
→ biasanya *ground*

Dalam banyak hal, $V = 0$ dipilih di titik ∞

- Titik A di jauh tak terhingga → $V_A = 0$
- W tidak tergantung pada jalan yang ditempuh → skalar, titik awal dan titik akhir
- Permukaan ekipotensial → tempat kedudukan titik-titik yang semuanya mempunyai potensial listrik yang sama



Equipotential surface



Energi potensial listrik : joule

Potensial listrik : volt = joule / Coulomb

Medan listrik : N/C atau Volt/meter

1 elektron volt (eV)

→ energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan elektron melalui beda potensial 1 volt.

$$1 \text{ eV} = e(1 \text{ V}) = (1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) (1 \text{ joule/C})$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$$

Contoh soal

Elektron pada tabung gambar TV dipercepat dengan beda potensial ($V_{ba} = 5000$ volt) . Muatan elektron $e = - 1,6 \times 10^{-19}$ C, massa elektron $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg.

- a) Hitung perubahan energi potensial!
- b) Hitung kecepatan e- sebagai akibat percepatan ini!

Jawab:

- a) Perubahan energi potensial

$$\begin{aligned} \Delta U &= q V_{ba} \\ &= (- 1,6 \times 10^{-19})(5000) \\ &= - 8 \times 10^{-16} \text{ J} \quad \rightarrow \text{energi menjadi rendah} \end{aligned}$$

- b) Energi yang hilang \rightarrow menjadi energi kinetik

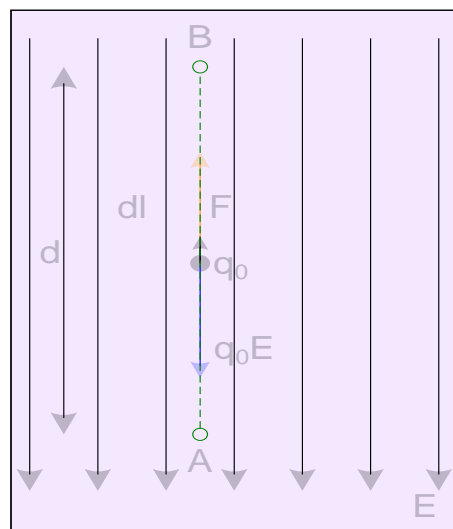
Gunakan hukum kekekalan energi

$$\begin{aligned} \Delta E_k + \Delta E_p &= 0 \\ \Delta E_k &= - \Delta E_p \\ \frac{1}{2} m v^2 - 0 &= - q V_{ba} \end{aligned}$$

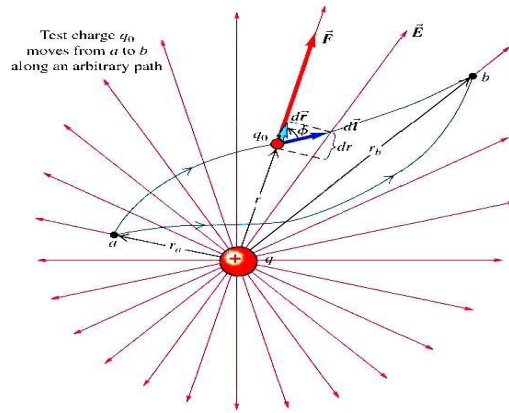
$$v = \sqrt{-\frac{2qV_{ba}}{m}} = 4,2 \times 10^7 \text{ m/det (efek relativistik diabaikan)}$$

- Ada gaya F yang mengimbangi gaya medan listrik sehingga kecepatan muatan konstan
- Kerja yang dilakukan oleh gaya F

$$\begin{aligned} W_{AB} &= F d = q_0 E d \\ V_B - V_A &= \frac{W_{AB}}{q_0} = E d \end{aligned}$$



- Medan listrik tidak uniform
- Medan listrik mengerahkan gaya $q_0 E$, gaya F mengimbangnya



$$W_{AB} = \int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -q_0 \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

$$V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q_0} = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

$$V = - \int_{\infty}^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

→ Titik A berada di jauh tak terhingga

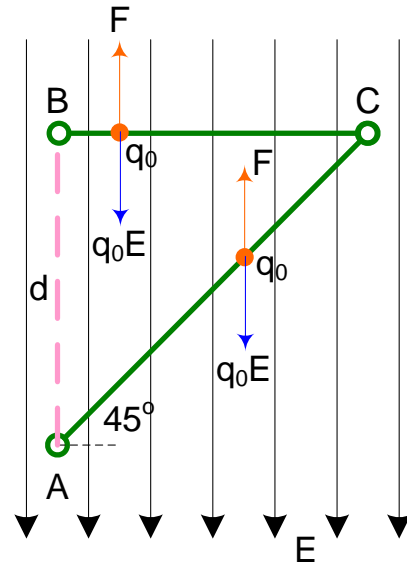
contoh

1. Sebuah muatan uji q_0 digerakkan tanpa percepatan dari A ke B melalui jalan yang diperlihatkan. Hitunglah perbedaan potensial diantara A dan B

$$V_C - V_A = - \int_A^C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \int_A^C E \cos 135^\circ dl = \frac{E}{\sqrt{2}} \int_A^C dl$$

$$V_C - V_A = \frac{E}{\sqrt{2}} (\sqrt{2}d) = Ed$$

$$V_B - V_A = V_C - V_A = Ed$$



B ke C permukaan ekuipotensial → kerja = nol

2. Medan Listrik menunjuk pada arah x positif dan mempunyai besar konstan $10 \text{ N/C} = 10 \text{ V/m}$. Tentukan potensial sebagai fungsi x, anggap bahwa $V=0$ pada $x=0$.

Jawab:

- Vektor medan listrik $E=(10 \text{ N/C})i=(10 \text{ V/m})i$, dan untuk perubahan panjang dl :

$$dV = -E \cdot dl = -(10 \text{ V/m})i \cdot (dx i + dy j + dz k)$$

$$dV = (10 \text{ V/m}) dx$$

- Dengan integrasi dari titik x_1 ke x_2 maka didapatkan beda potensial $V(x_2) - V(x_1)$:

$$V(x_2) - V(x_1) = \int_{x_1}^{x_2} dV = \int_{x_1}^{x_2} -(10 \text{ V/m}) dx$$

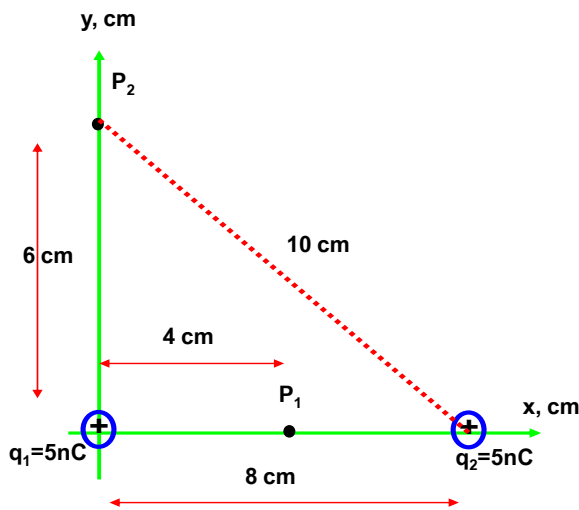
$$V(x_2) - V(x_1) = -(10 \text{ V/m})(x_2 - x_1) = (10 \text{ V/m})(x_1 - x_2)$$

- Karena $V=0$ di $x=0$, maka $V(x_1)=0$ untuk $x_1=0$.

$$V(x_2) - 0 = (10 \text{ V/m})(0 - x_2) \quad \text{atau}$$

$$V(x_2) = -(10 \text{ V/m}) x_2 \quad \text{atau} \quad V(x_2) = -(10 \text{ V/m}) x$$

- Jadi potensial nol pada $x = 0$ dan berkurang 10 V/m dalam arah x.



3. Dua muatan titik positif sama besarnya + 5 nC pada sumbu-x. Satu di pusat dan yang lain pada x = 8 cm seperti ditunjukkan pada gambar. Tentukan potensial di
- Titik P₁ pada sumbu x di x = 4 cm
 - Titik P₂ pada sumbu y di y = 6 cm.

JAWAB :

$$(a). \quad V = \sum_i \frac{kq_i}{r_{i0}} = \frac{kq_1}{r_{10}} + \frac{kq_2}{r_{20}} = 2 \times \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2)(5 \times 10^{-9} \text{ C})}{0,04 \text{ m}}$$

$$V = 2250 \text{ V}$$

$$(b). \quad V = \sum_i \frac{kq_i}{r_{i0}} = \frac{kq_1}{r_{10}} + \frac{kq_2}{r_{20}}$$

$$V = \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2)(5 \times 10^{-9} \text{ C})}{0,06 \text{ m}} + \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2)(5 \times 10^{-9} \text{ C})}{0,10 \text{ m}}$$

$$V = 749 \text{ V} + 450 \text{ V} = 1200 \text{ V}$$