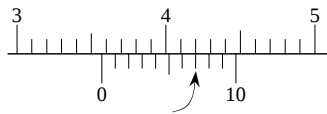


RUMUS FISIKA SMA (SKL UN TAHUN 2011)

Pengukuran

* Pembacaan jangka sorong :



$$x = 35 \text{ mm} + 0,7 \text{ mm} = 35,7 \text{ mm}$$

(3 angka penting)

Ketelitian = 0,1 mm

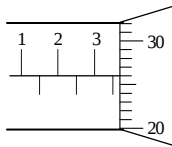
Ketidakpastian :

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 0,1 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ mm}$$

Jika ketidakpastian dimasukkan : $x = (35,7 \pm 0,05) \text{ mm}$
(4 angka penting)

* Pembacaan mikrometer skrup :



$$x = 3,5 \text{ mm} + 0,26 \text{ mm}$$

$$= 3,76 \text{ mm}$$

(3 angka penting)

Ketelitian = 0,01 mm

Ketidakpastian :

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 0,01 \text{ mm}$$

$$= 0,005 \text{ mm}$$

Jika ketidakpastian dimasukkan : $x = (3,76 \pm 0,005) \text{ mm}$
(4 angka penting)

Vektor Resultan

* Resultan 2 vektor : $V_R = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2 V_1 V_2 \cos \theta}$

* Selisih 2 vektor : $V_S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 \cos \theta}$

* Resultan 3 vektor (metode analitis) :

1. Hitung komponen x dan y dari tiap-tiap vektor (V_{1x} ,

$$V_{2x}, V_{3x}, V_{1y}, V_{2y}, \text{ dan } V_{3y}) \Rightarrow V_{1x} = V_1 \cos \theta$$

$$V_{1y} = V_1 \sin \theta$$

θ = sudut apit antara V_1 dengan sumbu x.

✓ V_{1x} = positif, jika ke kanan

= negatif, jika ke kiri

✓ V_{1y} = positif, jika ke atas

= negatif, jika ke bawah

2. Jumlahkan : $V_x = V_{1x} + V_{2x} + V_{3x}$

$$V_y = V_{1y} + V_{2y} + V_{3y}$$

3. Resultannya : $V_R = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

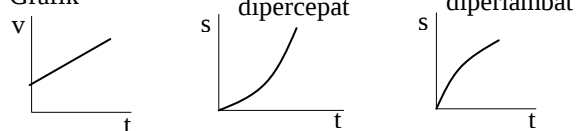
Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

* Rumus : $v_t = v_o + a t$

$$s = v_o t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} (v_o + v_t) t$$

$$v_t^2 = v_o^2 + 2 a s$$

* Grafik



Hukum Newton dan penerapannya

* Hukum I Newton :

$$\Sigma F = 0 \begin{cases} \text{benda semula diam} \rightarrow \text{tetap diam} \\ \text{benda semula ber-GLB} \rightarrow \text{tetap GLB} \end{cases}$$

* Hukum II Newton : $\Sigma F = m a$

* Hukum III Newton : $F_{aksi} = F_{reaksi}$

* Bidang datar kasar :

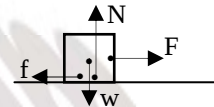
✓ Diam ($a = 0$)

$$F \leq \mu_s N$$

gaya gesek : $f_s = F$

✓ Bergerak : $F > \mu_s N$

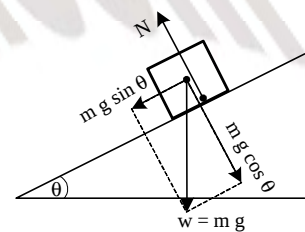
gaya gesek : $f_k = \mu_k N$



* Bidang miring licin :

$$\Sigma F_x = m g \sin \theta$$

$$a = g \sin \theta$$



* Bidang miring kasar :

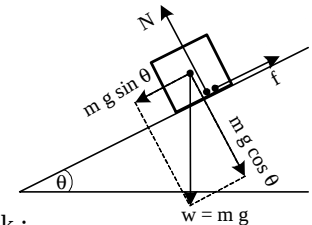
✓ Benda diam : ($a = 0$)

$$f_s = m g \sin \theta$$

✓ Benda bergerak :

$$f_k = \mu_k m g \cos \theta$$

$$a = g (\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$$



✓ Benda tepat akan bergerak :

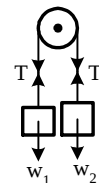
$$\mu_s = \tan \theta$$

✓ Benda bergerak lurus beraturan : $\mu_k = \tan \theta$

* Katrol :

$$\text{Percepatan : } a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g$$

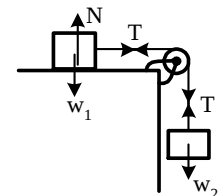
$$\text{Tegangan tali : } T = m_1 (g + a) = m_2 (g - a)$$



* Katrol dan bidang datar licin :

$$a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g$$

$$T = m_1 a = m_2 (g - a)$$

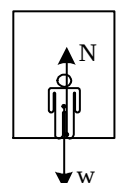


* Lift :

✓ diam atau bergerak dengan kecepatan tetap : $N = m g$

✓ bergerak ke atas : $N = m (g + a)$

✓ bergerak ke bawah : $N = m (g - a)$



➤ **Gaya Gravitasi** : $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

* Gaya tarik matahari terhadap planet A dan B :

$$F_A : F_B = \frac{m_A}{r_A^2} : \frac{m_B}{r_B^2} \quad \begin{array}{l} m_A = \text{massa planet A} \\ m_B = \text{massa planet B} \\ r_A = \text{jarak planet A dari matahari} \\ r_B = \text{jarak planet B dari matahari} \end{array}$$

➤ **Titik berat benda 2 dimensi** : $Z(x, y)$

$$x = \frac{\sum (A_n \cdot x_n)}{\sum A} \quad y = \frac{\sum (A_n \cdot y_n)}{\sum A}$$

✓ Segitiga : $y_o = \frac{1}{3} t$ $t = \text{tinggi segitiga}$

✓ Jajaran genjang, belah ketupat, persegi, dan persegi panjang : $y_o = \frac{1}{2} t$ $t = \text{tinggi}$

➤ **Dinamika Rotasi**

* Momen Inersia Partikel : $I = m r^2$

✓ Momen Inersia Sistem Partikel :

$$I = \sum_i (m_i r_i^2) = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots$$

* Momen inersia benda tegar homogen :

❖ Batang poros di pusat : $I = \frac{1}{12} m l^2$

❖ Batang poros di ujung : $I = \frac{1}{3} m l^2$

❖ Silinder pejal : $I = \frac{1}{2} m R^2$

❖ Silinder tipis berongga (cincin) : $I = m R^2$

❖ Bola pejal : $I = \frac{2}{5} m R^2$

❖ Bola berongga : $I = \frac{2}{3} m R^2$

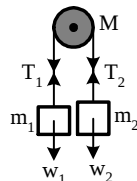
* **Benda menggelinding dari puncak bidang miring tanpa kecepatan awal** ($v_o = 0$)

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+k}} \rightarrow k = \frac{I}{m R^2}$$

$v = \text{kecepatan benda di dasar bidang miring}$
 $h = \text{tinggi puncak bidang miring}$

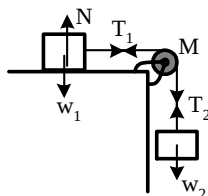
* **Katrol kasar bermassa M** :

$$a = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2 + \frac{1}{2} M)} g$$



* **Katrol kasar bermassa M dan bidang datar licin** :

$$a = \frac{m_2}{(m_1 + m_2 + \frac{1}{2} M)} g$$



❖ Energi kinetik rotasi : $EK_r = \frac{1}{2} I \omega^2$

❖ Momentum sudut : $L = I \omega$

✓ Untuk partikel : $L = I \omega = m v r$

✓ Momentum sudut dengan momen gaya : $\tau = \frac{dL}{dt}$

✓ Hukum kekekalan momentum sudut :

$$L_1 = L_2 \Leftrightarrow I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

➤ **Usaha dan Energi**

❖ Usaha : $W = F s \cos \theta$

❖ Energi potensial : $EP = m g h$

❖ Energi kinetik : $EK = \frac{1}{2} m v^2$

❖ Hukum Kekekalan Energi Mekanik : (berlaku jika tidak ada gaya luar)

$$EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2$$

❖ Hubungan usaha dan perubahan energi : (jika ada gaya luar)

✓ Terjadi perubahan tinggi dan kecepatan :

$$\begin{aligned} W &= \Delta EM = EM_2 - EM_1 \\ &= (EP_2 + EK_2) - (EP_1 + EK_1) \\ &= (m g h_2 + \frac{1}{2} m v_2^2) - (m g h_1 + \frac{1}{2} m v_1^2) \end{aligned}$$

✓ Terjadi perubahan tinggi saja :

$$W = EP_2 - EP_1 = m g h_2 - m g h_1$$

✓ Terjadi perubahan kecepatan saja :

$$W = EK_2 - EK_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

➤ **Elastisitas**

❖ Tegangan (stress) : $\sigma = \frac{F}{A}$

❖ Regangan (strain) : $e = \frac{\Delta l}{l}$

❖ Modul Young : $E = \frac{\sigma}{e} = \frac{F l}{A \Delta l}$

❖ Gaya pegas : $F = k \Delta x$

❖ Energi potensial pegas : $Ep = \frac{1}{2} k \Delta x^2 = \frac{1}{2} F \Delta x$

❖ Tetapan gaya : $k = \frac{E A}{l}$

❖ Pegas Seri : $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

❖ Pegas Paralel : $k_p = k_1 + k_2$

➤ **Impuls dan Momentum**

❖ Momentum : $p = m v$

❖ Impuls : $I = F \cdot \Delta t = \Delta p$
 $= \text{luas di bawah grafik } F(t)$

$$I = \Delta p \Rightarrow F \cdot \Delta t = m (v_2 - v_1)$$

❖ Koefisien restitusi : $e = - \left(\frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} \right)$

* Hukum kekekalan momentum :

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

✓ **Tumbukkan Lenting Sempurna (TLS) :**

➔ Berlaku hukum kekekalan energi kinetik

➔ Rumus : $e = 1 \Rightarrow v_1 + v_1' = v_2 + v_2'$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

➔ Jika $m_1 = m_2 \Rightarrow$ terjadi pertukaran kecepatan

$$v_1' = v_2 \quad \text{dan} \quad v_2' = v_1$$

✓ **Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali (TTLS) :**

➔ Rumus : $e = 0 \Rightarrow v_1' = v_2' = v'$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$$

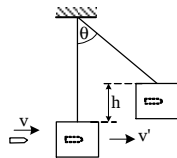
➔ Ayunan balistik :

$$v' = \sqrt{2gh}$$

$$v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh}$$

M = massa balok

m = massa peluru



✓ **Tumbukan Lenting Sebagian (TLSb) :**

➔ Rumus : $0 < e < 1 \Rightarrow e = \frac{v_1' - v_2'}{v_2 - v_1}$

➔ Contoh TLSb : Bola dilepaskan dari ketinggian h_1 memantul secara berturut-turut mencapai ketinggian maksimum h_2, h_3, h_4 , dan seterusnya.

$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{h_3}{h_2}} = \sqrt{\frac{h_4}{h_3}} = \dots = \sqrt{\frac{h_n}{h_{n-1}}}$$

➤ **Fluida Dinamis**

❖ Debit : $Q = \frac{V}{t} = A v$

❖ Persamaan kontinuitas : $A_1 v_1 = A_2 v_2$

$$d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2$$

* Azas Bernoulli :

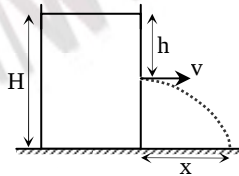
$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

✓ Laju pancaran zat cair dari dinding tangki :

$$v = \sqrt{2gh}$$

✓ Jarak mendatar maksimum jatuhnya air di tanah :

$$x = 2\sqrt{h(H-h)}$$



✓ Gaya angkat pesawat : $F = \Delta P A = \frac{1}{2} \rho A (v_1^2 - v_2^2)$

ΔP = beda tekanan ke atas dan ke bawah pada sayap

A = luas sisi bawah sayap

ρ = massa jenis udara

v_1 dan v_2 = laju aliran udara di atas dan di bawah sayap

➤ **Kalor**

❖ Kalor & perubahan suhu : $Q = m c \Delta t = C \Delta t$

❖ Kalor & perubahan wujud : $Q = m L$

* Azas Black :

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}}$$

* Perpindahan kalor :

✓ Konduksi : $\frac{Q}{t} = k \frac{A \Delta T}{d}$

➔ pada 2 benda yang disambung :

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_X = \left(\frac{Q}{t}\right)_Y$$

X	Y
---	---

✓ Konveksi : $\frac{Q}{t} = h A \Delta T$

✓ Radiasi : $P = \frac{Q}{t} = e \sigma A T^4$

➔ Jika suhu benda berubah dari T_1 menjadi T_2 :

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$$

➤ **Teori Kinetik Gas :**

❖ Persamaan umum gas :

$$P V = n R \Delta T = N k T$$

$$n = \frac{m}{M_r}$$

$$N = n N_A$$

* Energi kinetik rata-rata gas : $\overline{EK} = \frac{3}{2} k T$

✓ Jika suhu gas berubah dari T_1 menjadi T_2 : $\frac{EK_1}{EK_2} = \frac{T_1}{T_2}$

* Kelajuan efektif : $v_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_r}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

✓ Jika massa gas tetap : $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

✓ Jika massa jenis gas tetap : $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$

➤ **Termodinamika :**

❖ Perubahan energi dalam :

$$\Delta U = f \frac{1}{2} n R \Delta T$$

$f = 3 \Rightarrow$ monoatomik

$f = 5 \Rightarrow$ diatomik 300 – 1000 K

$$= f \frac{1}{2} N k \Delta T$$

$f = 7 \Rightarrow$ diatomik $T > 1000$ K

❖ Hukum I Termodinamika : $Q = \Delta U + W$

❖ Usaha :

Isobarik : $W = P \Delta V$

Isokhorik : $W = 0$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

Isotermik : $W = n R T \ln \frac{V_2}{V_1}$

Adiabatik : $W = -\Delta U$

- * **Mesin Carnot** : $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $T_2 < T_1$
 $Q_2 < Q_1$
- Efisiensi : $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
- ✓ Merubah efisiensi pada T_2 tetap : $\frac{T_1'}{T_1} = \frac{1 - \eta}{1 - \eta'}$
- ✓ Merubah efisiensi pada T_1 tetap : $\frac{T_2'}{T_2} = \frac{1 - \eta'}{1 - \eta}$

➤ Alat Optik

- * **Mikroskop** :
- Perbesaran : $M = M_{ob} \times M_{ok}$
- $$M_{ob} = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \Rightarrow \frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s_{ok}}$$
- $$M_{ok} = \frac{s_n}{s_{ok}} \Rightarrow \text{umum}$$
- $$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} \Rightarrow \text{tak akomodasi } (s_{ok} = f_{ok})$$
- $$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \Rightarrow \text{akomodasi maksimum}$$
- $s'_{ok} = -s_n$

Panjang mikroskop = jarak antara obyektif dan okuler

$$d = s'_{ob} + s_{ok}$$

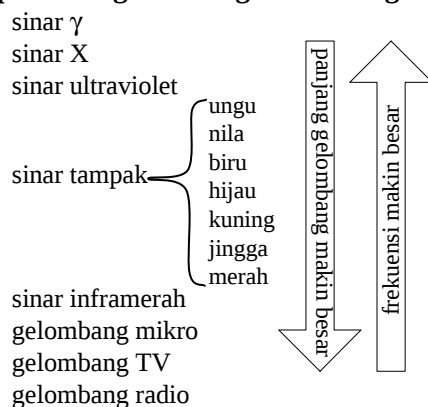
- ➔ Sifat bayangan yang dibentuk obyektif : nyata, terbalik, diperbesar.
- ➔ Sifat bayangan akhir (dibentuk okuler) : maya, terbalik, diperbesar.

* Teropong

Perbesaran : $M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$ (tak akomodasi)

- ✓ Teropong bintang : $d = f_{ob} + f_{ok}$
- ✓ Teropong bumi : $d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$
(f_p = jarak fokus lensa pembalik)
- ✓ Teropong panggung : $d = f_{ob} + f_{ok}$
(okulernya lensa cekung)

➤ Spektrum gelombang elektromagnetik :



➤ Gelombang

* Persamaan simpangan :

$$y = \pm A \sin(\omega t \mp kx)$$

arah getar pertama ke atas (for $+$)
arah getar pertama ke atas (for $-$)

arah rambat ke kanan (for $+$)
arah rambat ke kiri (for $-$)

$$v = f\lambda = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

❖ sudut fase : $\theta = \omega t \mp kx$

❖ fase : $\phi = \frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda}$

❖ beda fase 2 titik pada suatu gelombang : $\Delta\phi = \frac{\Delta x}{\lambda}$

➤ Optik Fisik

- ❖ Interferensi : gejala superposisi atau penggabungan 2 gelombang koheren pada suatu titik
- ❖ Difraksi : gejala pelenturan gelombang ketika melalui penghalang atau celah sempit

* Interferensi celah ganda (Young):

Garis terang : $d \sin \theta = n\lambda$, $n = 0, 1, 2, \dots$

Garis gelap : $d \sin \theta = n\lambda$, $n = 0, 1, 2, \dots$

Jarak garis terang dan gelap yang berdekatan :

$$p = \frac{\lambda L}{2d}$$

$2p = \frac{\lambda L}{d}$ = jarak 2 garis terang berurutan
= jarak 2 garis gelap yang berdekatan

* Interferensi pada kisi :

Garis terang : $d \sin \theta = n\lambda$, $n = 0, 1, 2, \dots$

$d = \frac{1}{N}$ d = jarak 2 goresan
 N = tetapan kisi

Orde maksimum : $n_{maks} = \frac{d}{\lambda}$

* Difraksi pada celah tunggal :

Garis gelap : $d \sin \theta = n\lambda$, $n = 1, 2, 3, \dots$

Lebar terang pusat : $y = \frac{\lambda L}{d}$

* Difraksi mempengaruhi resolusi alat optik :

Sudut resolusi minimum : $\theta_m = \frac{1,22 \lambda}{D}$

Resolusi minimum : $d_m = \frac{1,22 \lambda L}{D}$

➤ Bunyi

* Intensitas dan taraf intensitas :

Intensitas : $I = \frac{P}{A}$, P = daya = $\frac{\text{energi}}{\text{waktu}}$

Taraf intensitas : $TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

2 titik berjarak r_1 dan r_2 dari sumber : $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = TI_1 + 20 \log \frac{r_1}{r_2}$$

n buah sumber identik : $I_n = n I_1$

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n$$

* **Efek Doppler :**

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \mp v_s} f_s$$

	mendekat	menjauh
Pendengar	$+ v_p$	$- v_p$
Sumber	$- v_s$	$+ v_s$

➤ **Listrik Statis**

* Gaya Coulomb : $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

✓ Muatan ke-3 mengalami gaya yang resultannya nol :

$$\frac{q_1}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{23}^2}$$

- q_1 dan q_2 sejenis $\Rightarrow q_3$ di dalam
- q_1 dan q_2 tak sejenis $\Rightarrow q_3$ di luar
- $|q_1| > |q_2| \Rightarrow q_3$ lebih dekat ke q_2
- $|q_1| < |q_2| \Rightarrow q_3$ lebih dekat ke q_1

* Kuat medan listrik : $E = k \frac{q}{r^2}$

✓ Titik P mengalami kuat medan yang resultannya nol :

$$\frac{q_1}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{23}^2}$$

- q_1 dan q_2 sejenis $\Rightarrow P$ di dalam
- q_1 dan q_2 tak sejenis $\Rightarrow P$ di luar
- $|q_1| > |q_2| \Rightarrow P$ lebih dekat ke q_2
- $|q_1| < |q_2| \Rightarrow P$ lebih dekat ke q_1

* **Kapasitor keping sejajar :**

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d}$$

$$C = \frac{q}{V}$$

- kapasitas :
- sebanding dengan luas keping (A) dan permitivitas relatif bahan (ϵ_r)
- berbanding terbalik dengan jarak kedua keping (d)

✓ Energi : $W = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} q V = \frac{q^2}{2C}$

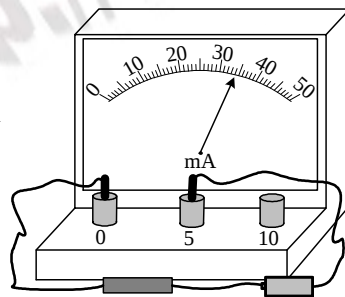
➤ **Listrik Dinamis :**

* Pembacaan amperemeter dan voltmeter :

Contoh : (lihat gambar di samping)

$$I = \frac{34}{50} \times 5 \text{ mA}$$

$$= 3,4 \text{ mA}$$



* Hukum Ohm : $I = \frac{V}{R}$

Daya listrik : $P = V I = I^2 R = \frac{V^2}{R}$

Energi listrik : $W = V I t = I^2 R t = \frac{V^2}{R} t$

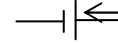
* Hukum I Kirchhoff : $\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$

* Hukum II Kirchhoff : $\sum E + \sum (I.R) = 0$

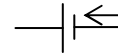
➤ I positif jika arus searah putaran loop

➤ I negatif jika arus berlawanan arah putaran loop

➤ E positif



➤ E negatif



➤ **Medan Magnet**

* Induksi magnetik

✓ Berjarak a dari kawat lurus : $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$

➤ Aturan tangan kanan :

Ibu jari $\rightarrow$ arah i

Lipatan 4 jari lainnya $\rightarrow$ arah B

✓ Di pusat kawat melingkar berjari-jari a : $B = \frac{\mu_0 i N}{2a}$

➤ Aturan tangan kanan :

Ibu jari $\rightarrow$ arah B

Lipatan 4 jari lainnya $\rightarrow$ arah i

✓ Di pertengahan selenoida : $B = \frac{\mu_0 i N}{l}$

✓ Diujung solenoida : $B = \frac{\mu_0 i N}{2l}$

✓ Di pusat toroida berjari-jari efektif a : $B = \frac{\mu_0 i N}{2\pi a}$

* Gaya Lorentz

✓ Pada kawat berarus listrik : $F = B i l \sin \theta$

➤ Aturan tangan kanan :

Ibu jari $\rightarrow$ arah i

Keempat jari lurus $\rightarrow$ arah B

Telapak tangan $\rightarrow$ arah F

✓ Pada partikel bermuatan : $F = q V B \sin \theta$

➤ Aturan tangan kanan :

Ibu jari $\rightarrow$ arah v

Keempat jari lurus $\rightarrow$ arah B

Telapak tangan $\rightarrow$ arah F untuk muatan positif

Punggung tangan $\rightarrow$ arah F untuk muatan negatif

✓ Pada Dua kawat lurus sejajar : $F = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi a}$

i_1 dan i_2 searah $\rightarrow$ tarik-menarik

i_1 dan i_2 berlawanan arah $\rightarrow$ tolak-menolak

➤ **Induksi Elektromagnetik**

❖ Fluks Magnet : $\Phi = B A \cos \theta$

❖ Hukum Lenz : "Arah arus induksi menentang perubahan yang menimbulkannya".

* GGL Induksi :

- ✓ akibat perubahan fluks : $\xi = -N \frac{d\phi}{dt}$
- ✓ akibat perubahan arus : $\xi = -L \frac{di}{dt}$
- ✓ akibat kawat memotong tegak lurus garis gaya :
 $\xi = B \cdot l \cdot v \sin \alpha$
 - ➔ arah gaya Lorentz berlawanan dengan arah v
 - ➔ arah arus induksi ikuti kaedah tangan kanan
- ✓ Kumparan berputar : $\xi = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \sin \omega t$

* Induktansi diri : $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$

* Transformator : $N_p : N_s = V_p : V_s$

Efisiensi : $\eta = \frac{P_s}{P_p}$

Trafo ideal ($\eta = 100\%$) : $N_p : N_s = I_s : I_p$

➤ Arus Bolak-Balik

❖ Nilai efektif dan maksimum :

$$I_{ef} = \frac{I_{maks}}{\sqrt{2}} \quad V_{ef} = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}}$$

- ✓ Rangkaian Resistor (R) : $V = I \cdot R$
V dan I sefase

- ✓ Rangkaian Induktor (L) : $X_L = \omega L = 2\pi f L$
 $V = I \cdot X_L$

V dan I berbeda fase $\frac{\pi}{2}$ atau 90° , V mendahului I.

f = frekuensi arus bolak-balik (Hz)

ω = frekuensi sudut arus bolak-balik (Hz)

X_L = reaktansi induktif (Ω)

- ✓ Rangkaian Kapasitor (C) : $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$
 $V = I \cdot X_C$

V dan I berbeda fase $\frac{\pi}{2}$ atau 90° , I mendahului V.

X_C = reaktansi kapasitif (Ω)

- ✓ Rangkaian Seri R-L-C :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$V_R = I R, \quad V_L = I X_L, \quad V_C = I X_C$$

$$V = I Z = \sqrt{R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

$$P = I_{ef}^2 Z \cos \theta = I_{ef}^2 R$$

$$\cos \theta = \frac{R}{Z} = \text{faktor daya}$$

Hubungan X_L dan X_C	Sifat Rangkaian	Keterangan
$X_L = X_C$	Resistif	➔ V dan I sefase ➔ terjadi resonansi dengan frekuensi resonansi : $f_{res} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$
$X_L > X_C$	Induktif	V mendahului I dengan beda fase θ
$X_L < X_C$	Kapasitif	I mendahului V dengan beda fase θ

Z = impedansi (Ω)

P = daya (W)

➤ Teori Relativitas Khusus

- ✓ Penjumlahan kecepatan :

Menurut Galileo : $v_{12} = v_{1P} + v_{P2}$

Menurut Einstein : $v_{12} = \frac{v_{1P} + v_{P2}}{1 + \frac{v_{1P} v_{P2}}{c^2}}$

$$v_{P2} = -v_{2P}$$

v_{1P} = kecepatan benda 1 relatif terhadap pengamat

v_{2P} = kecepatan benda 2 relatif terhadap pengamat

v_{12} = kecepatan benda 1 relatif terhadap benda 2

c = cepat rambat cahaya ($= 3 \times 10^8$ m/s)

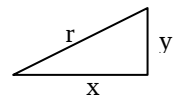
❖ Konstanta transformasi Laplace : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

cara lain (dengan dalil pitagoras) :

jika : $v = \frac{x}{t} c$

maka : $\gamma = \frac{t}{y}$

dimana : $r^2 = \sqrt{x^2 + y^2}$



- ✓ Kontraksi panjang : $L = \frac{L_0}{\gamma}$

L_0 = panjang benda menurut pengamat yang diam relatif terhadap benda

L = panjang benda menurut pengamat yang bergerak relatif terhadap benda

- ✓ Dilatasi waktu : $\Delta t = \gamma \Delta t_0$

Δt_0 = selang waktu menurut pengamat yang bergerak terhadap bumi

Δt = selang waktu menurut pengamat yang diam terhadap bumi

- ✓ Relativitas massa : $m = \gamma m_0$

m_0 = massa benda diam

m = massa benda bergerak

- ✓ Energi kinetik relativistik : $E_k = E - E_0 = (\gamma - 1) E_0$
- Energi diam : $E_0 = m_0 c^2$
- Energi total : $E = \gamma E_0$
- ✓ Momentum relativistik : $p = \sqrt{\frac{E^2 - E_0^2}{c^2}}$

➤ Radiasi Benda Hitam

- * Daya radiasi : $P = e \sigma A T^4$
- $e =$ emisivitas ($0 < e < 1$) :
 - untuk benda hitam sempurna $e = 1$
 - untuk benda mengkilat $e = 0$
- $\sigma = 5,672 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ = tetapan Stefan Boltzman
- * Hukum pergeseran Wien : $\lambda_m = \frac{C}{T}$
- $\lambda_m =$ panjang gelombang yang sesuai untuk intensitas radiasi maksimum
- $C =$ tetapan pergeseran Wien ($= 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m K}$)

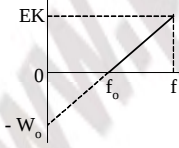
➤ Teori Kuantum

- * Menurut Planck : “Radiasi gelombang elektromagnetik terdiri dari paket-paket energi yang disebut kuant energi”
- Kuant energi (energi foton) : $E = h f = h \frac{c}{\lambda}$
- Jika ada n buah foton : $E = n h f = n h \frac{c}{\lambda}$
- $h =$ tetapan Planck ($= 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$)
- Jika E dalam eV dan λ dalam nm : $E = \frac{1243}{\lambda}$
- * Efek fotolistrik :

$EK = h f - W_0 = h \frac{c}{\lambda} - W_0$

$W_0 =$ fungsi kerja atau energi ambang bahan

 - ➔ EK : ➔ makin besar jika frekuensi cahaya diperbesar
 - ➔ tidak dipengaruhi intensitas cahaya (foton)
 - ➔ Arus fotoelektron :
 - ➔ makin besar jika intensitas foton diperbesar
 - ➔ tidak dipengaruhi frekuensi cahaya
 - ➔ Potensial henti (V) $\Rightarrow eV = EK$



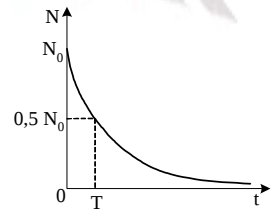
➤ Inti atom

- * Energi ikat inti : $E_{ikat} = \Delta m \times c^2$
- $E_{ikat} = \Delta m \times 931 \text{ MeV}$
- Defek massa : $\Delta m = Z m_{proton} + (A - Z) m_{netron} - m_{inti}$
- * Radioaktivitas : gejala perubahan inti tidak stabil menjadi inti stabil dengan disertai pemancaran sinar radioaktif.

Sinar radioaktif	partikel	sifat
Alfa (α)	Inti atom ${}^4_2\text{He}$	▪ Dibelokkan oleh medan magnet atau medan listrik ▪ Daya tembus terkecil ▪ Daya ionisasi terbesar
Beta (β)	Elektron ${}^0_{-1}\text{e}$	▪ Dibelokkan oleh medan magnet atau medan listrik
Gamma (γ)	Foton ${}^0_0\gamma$	▪ Tidak gibelokkan oleh medan magnet atau medan listrik ▪ Daya tembus terbesar ▪ Daya ionisasi terkecil

Partikel lain : ${}^1_1\text{p} =$ proton ${}^1_0\text{n} =$ netron
 ${}^0_{-1}\beta =$ positron ${}^1_1\text{H} =$ hidrogen
 ${}^2_1\text{H} =$ deuteron ${}^3_1\text{H} =$ tritron

✓ Peluruhan : $\frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$
 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$
 $\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$



Aktivitas : $A = \lambda N$
 $N = \frac{m}{M_r} N_A$
 Tetapan peluruhan : $\lambda = \frac{0,693}{T}$

$$n = \frac{t}{T}$$

$t =$ waktu peluruhan

$T =$ waktu paro

$m =$ massa

$N_A =$ bilangan Avogadro ($= 6,02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$)

✓ Pemanfaatan radioisotop :

- ➔ Isotop C^{14} : untuk menentukan umur fosil
- ➔ Sinar γ : untuk sterilisasi
- ➔ Isotop I^{123} : untuk mendeteksi gagal ginjal dan tumor gondok
- ➔ Isotop Co^{60} : untuk membunuh sel kanker
- ➔ Isotop Na^{24} : untuk mendeteksi penyempitan pembuluh darah (tromosit)
- ➔ Isotop silikon : untuk mendeteksi letak kebocoran pipa saluran minyak
- ➔ Sinar beta dari Sr^{90} : untuk industri kertas