

Fisika Dasar 2

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya sehingga sehingga Dikat Mata Kuliah Dasar 2024 ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Tak lupa juga kami menyampaikan banyak terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu menyelesaikan diktat ini atas bantuannya yang telah berkontribusi dalam pengerjaan diktat ini dengan memberikan materi soal dan pembahasan untuk Diktat Mata Kuliah Dasar 2024 ini.

Kami berharap agar diktat ini dapat benar-benar membantu mahasiswa dan memberikan manfaat terutama untuk mahasiswa tingkat 1 dalam rangka persiapan menghadapi Ujian Tengah Semester dan Akhir Semester ini. Semoga Diktat Mata Kuliah Dasar 2024 ini dapat menambah pengetahuan dan dapat melatih mahasiswa untuk terbiasa mengerjakan soal agar nanti pada saat ujian dapat mengerjakan soal dengan baik dan benar.

Adapun karena keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman kami, kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan diktat ini yang perlu kami perbaiki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun ke arah penyempurnaan diktat ini, sangat kami harapkan dan kami terima dengan terbuka agar dapat kami jadikan evaluasi dan pelajaran untuk diktat yang lebih baik lagi. Sebelumnya kami juga mohon maaf apabila ada kekurangan dalam penyusunan diktat ini.

Tertanda,

Tim Diktat Mata Kuliah Dasar

PENERBIT TIM DIKTAT MATA KULIAH DASAR

CETAKAN PERTAMA, JUNI 2019 CETAKAN KEDUA, JUNI 2020 CETAKAN KETIGA, JULI 2021 CETAKAN KEEMPAT, JULI 2022 CETAKAN KELIMA, JULI 2023 CETAKAN KEENAM, JULI 2024

DISCLAIMER

Buku ini hanya sebagai fasilitas penunjang belajar, segala bentuk kecurangan penggunaan buku diluar tanggung jawab penulis dan penerbit.

Diktat ini adalah aset milik Tim Diktat Mata Kuliah Dasar yang digunakan untuk mahasiswa tertentu. Memperbanyak dan menyebarluaskan Diktat ini termasuk pelanggaran.

DAFTAR ISI

KATA P	PENGANTAR	i
PENER	BIT	ii
DAFTA]	R ISI	iii
BAB 1	HUKUM COULOMB DAN MEDAN LISTRIK	1
1.1	HUKUM COULOMB	1
1.2	MEDAN LISTRIK	2
1.3	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	5
Latihan	Soal Hukum Coulomb	8
BAB 2	HUKUM GAUSS	9
2.1	PENGERTIAN HUKUM GAUSS	9
2.2 DENO	GAN MEDAN LISTRIK	9
2.3	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	15
Latihan	Soal Hukum Gauss	19
BAB 3	POTENSIAL LISTRIK	21
3.1	KONSEP ENERGI LISTRIK	21
3.2	PENURUNAN ENERGI POTENSIAL LISTRIK	22
3.3	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	27
Latihan	Soal Potensial Listrik	29
BAB 4	ARUS, TAHANAN, DAN RANGKAIAN LISTRI	K31
4.1	ARUS LISTRIK	31
4.2	RESISTIVITAS (ρ)	31
4.3	RESISTANSI (R)	31
4.4	GAYA GERAK LISTRIK/GGL (ε)	32
4.5	DAYA DALAM RANGKAIAN LISTRIK (P)	32
4.6	RANGKAIAN RESISTOR	32
4.7	HUKUM KIRCHOFF	33

4.8	RANGKAIN R-C (PENGISIAN MUATAN)	34
4.9	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	35
Latihan	Soal Arus, Tahanan, dan Rangkaian Listrik	38
BAB 5	INDUKSI ELEKTROMAGNETIK	39
5.1	PENEMUAN FARADAY DAN HUKUM INDUKSI	39
5.2	PERUMUSAN GGL INDUKSI	40
5.3	HUKUM LENZ	42
5.4	MEDAN LISTRIK INDUKSI	43
5.5	ARUS PERPINDAHAN MAXWELL	43
5.6	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	45
Latihan	Soal Induksi Elektromagnetik	49
BAB 6	INDUKSI DAN INDUKTANSI	51
6.1	GGL PADA SOLENOIDA	51
6.2	INDUKTANSI BERSAMA	51
6.3	GGL INDUKSI DIRI	53
6.4	INDUKTOR L	54
6.5	ENERGI DAN MEDAN MAGNET	54
6.6	RANGKAIAN R-L	55
6.7	RANGKAIAN L-C	56
6.8	RANGKAIAN R-L-C	57
6.9	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	59
Latihan	Soal Induksi dan Induktansi	61
BAB 7	OPTIK FISIK	63
7.1	INTERFERENSI	63
7.2	DIFRAKSI	64
7.3	DAYA URAI OPTIS	66
7.4	DIFRAKSI PADA KISI	66
7.5	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	67

Latihan Soal Optik Fisik		69
BAB 8	OPTIK GEOMETRI	71
8.1	SIFAT GELOMBANG CAHAYA	71
8.2	HUKUM PEMANTULAN DAN PEMBIASAN	71
8.3	CERMIN DATAR	72
8.4	CERMIN CEKUNG	73
8.5	CERMIN CEMBUNG	74
8.6	PEMBIASAN CAHAYA PADA LENSA	74
8.7	PEMBIASAN CAHAYA PADA PRISMA	76
8.8	ALAT OPTIK	77
8.9	CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN	79
Latihan	Soal Optik Geometri	84
CONTOH SOAL UTS DAN PEMBAHASANNYA		
CONTOH SOAL UAS DAN PEMBAHASANNYA		
PEMBAHASAN LATIHAN SOAL		



BAB 1 HUKUM COULOMB DAN MEDAN LISTRIK

1.1 HUKUM COULOMB

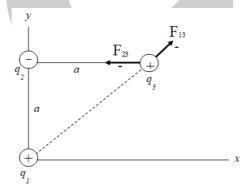
Hukum yang mengatur gaya atraksi untuk muatan berlawanan dan gaya repulsif untuk muatan sejenis. Dirumuskan:

$$F_e = k_e \, \frac{q_1 q_2}{r^2} \qquad \text{dengan } k_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 8.9875 \, \text{x } 10^9 \, \text{N'm}^2/\text{C}^2$$

 F_e adalah gaya Coulomb, q_1 adalah besar muatan ke 1, q_2 adalah besar muatan ke 2, r adalah jarak antar muatan. Dengan ϵ_0 sebagai permitivitas ruang hampa yang besarnya 8.8542 x 10^{-12} C²/Nm².

Contoh Soal:

Ada 3 buah muatan yang berada pada ujung-ujung segitiga sama kaki dengan panjang kaki a seperti terlihat dalam gambar dimana $q_1=q_3=5\mu C$, $q_2=-2~\mu C$ dan a=0,01m. Tentukan berapa gaya yang bekerja pada q_3 ?



Jawab:

Gaya F_{23} oleh q_2 pada q_3 adalah gaya tarik. Gaya F_{13} oleh q_1 pada q_3 adalah gaya tolak

$$F_{23} = k_e \frac{q_2 q_3}{a^2} = (8.99 \times 10^9 \,\text{Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{(2.0 \times 10^{-6} \,\text{C})(5.0 \times 10^{-6} \,\text{C})}{(0.01 \,\text{m})^2} = 9.0 \,\text{N}$$

$$F_{23} = k_e \frac{q_1 q_3}{(\sqrt{2a})^2} = (8.99 \times 10^9 \, \text{Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{(5.0 \times 10^{-6} \, \text{C})(5.0 \times 10^{-6} \, \text{C})}{2(0.01 \, \text{m})^2} = 11 \text{N}$$

Gaya tolak F_{13} membuat sudut 45° dengan sumbu x. Maka besar F_{13} di komponen x adalah F_{13} cos 45° = 7,9 N. Dengan menjumlahkan F12 dan F23 dengan menggunakan aturan vektor maka diperoleh komponen gaya yang bekerja pada q3 yang searah dengan sumbu x:

$$F_{3x} = F_{13x} + F_{23x} = 7.9 \text{ N} + (-9\text{N}) = -1.1 \text{ N}$$

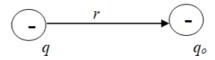
$$F_{3y} = F_{13y} + F_{23y} = 7,9N + 0 = 7,9N$$

besarnya gaya total yang bekerja pada q3

$$Fr = \sqrt{7.9^2 + -1.1^2} = 7.91 \, N$$

1.2 MEDAN LISTRIK

Sebuah muatan q akan menimbulkan medan listrik di dalam ruang di sekitarnya dengan kuat medan listrik sebesar $E=F_e/q$ dengan F_e sebagai gaya listrik dan sering disebut sebagai gaya elektrostatik atau juga dikenal sebagai gaya Coulomb.



Muatan test tersebut berfungsi sebagai detektor. Bila muatan test, q_o tersebut diletakkan sejauh r dari muatan sumber, maka gaya elektrostatik yang dirasakan oleh muatan test adalah:

$$F_e = k_e \frac{q \ q_0}{r^2}$$

Diktat Mata Kuliah Dasar 2024

Kuat medan listrik, E pada posisi muatan test tersebut adalah:

$$E = k_e \frac{q}{r^2}$$

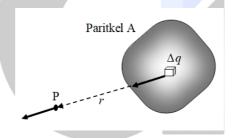
Bila medan listriknya ditimbulkan oleh kelompok muatan adalah jumlahan vektor kuat medan listrik yang ditimbulkan oleh masing-masing muatannya.

$$E = k_e \sum_{i} \frac{q}{r_i^2}$$

Medan Listrik Karena Muatan Dengan Distribusi Kontinu

Sebagai gambaran kuat medan Isitrik di titik P yang disebabkan oleh satu elemen muatan kecil Δq dengan jarak Δq ke P sejauh r adalah

$$\Delta E = k_e \frac{\Delta q}{r^2} \vec{r}$$
 dengan \vec{r} sebagai unit vektor



Karena seluruh muatan terdistribusi secara kontinu, maka total kuat medan listrik di titik P dengan Δq_i mendekati nol adalah:

$$E = k_e \frac{\lim}{\Delta q_i} \sum_{I} \frac{\Delta q_i}{r_i^2} \vec{r} = k_e \int \frac{dq}{r^2} \vec{r}$$

Untuk memudahkan melakukan integrasi ke seluruh daerah terdistribusi secara merata maka diperkenalkan beberapa besaran berikut:

a) Rapat muatan volume (ρ) , dengan muatan (Q) dan seluruh bagian volum (V)

$$\rho = \frac{Q}{V} \sim dq = \rho dV$$

b) Rapat muatan permukaan (σ), dengan muatan Q dan luas A

$$\sigma = \frac{Q}{A} \sim dq = \sigma dA$$

c) Rapat muatan linier (λ) ,dengan muatan Q dan panjang I.

$$\lambda = \frac{Q}{l} \sim dq = \lambda dl$$

Muatan Dengan Massa m Bergerak Di Dalam Medan Listrik E

Bila sebuah partikel bermuatan q dengan massa m diletakkan di bawah pengaruh medan listrik E, maka pada partikel tersebut bekerja gaya elektrostatik sebesar $F_e=qE$

Menurut Newton partikel bermasa m tersebut mendapatkan gaya sebesar: F=ma sehingga ma=qE didapat $a=\frac{qE}{m}$.

Contoh Soal:

Sebuah elektron masuk ke dalam medan listrik uniform seperti dalam Gambar 5 dengan kecepatan v_i = 2,0 x 10⁶ m/s. Bila kuat medan listriknya 100N/C dan panjang plat sejajarnya adalah 0,1m, maka:

- a) Tentukan percepatan electron di dalam medan listrik tersebut.
- b) Bila electron memasuki medan listrik pada waktu *t*=0, tentukan waktu saat electron meninggalkan medan listrik tersebut.

Penyelesaian:

a) $Q = e = 1,60 \times 10^{-19} C$ dan massa $m=m_e= 9,11 \times 10-31$ kg,maka besar percepatan electron tersebut:

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{(1,60x10^{-19}C)(100N/C)}{9,11x10^{-31}kg} = 1,75x10^{13}m/s^2$$

b) Jarak horizontal yang dilalui elektron adalah *l*=0,1m, maka waktu yang diperlukan untuk melintasi jarak sejauh 0,1m

tersebut adalah
$$t = \frac{l}{v_i} = \frac{0.1m}{2.0x10^6 m/s} = 5.0x10^{-8} s$$

1.3 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. In a vacuum, two particles have charges of q_1 and q_2 , where $q_1 = +3.5\mu\text{C}$. They are separated by a distance of 0.26 m, and particle 1 experiences an attractive force of 3.4 N. What is q_2 (magnitude and sign)?

Answer:

Gaya tarik menunjukkan adanya muatan berlawanan, sehingga tanda q_2 adalah negatif karena q_1 adalah muatan positif. Gaya dapat dihitung dari Hukum Coulomb:

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

$$q_2 = \frac{(3.4) \times (0.26^2)}{(8.99 \times 10^9) \times (3.5 \times 10^{-6})}$$

$$q_2 = -7.3 \times 10^{-6} C = -7.3 \,\mu$$

Two tiny conducting spheres are identical and carry charges of -20.0μC and +50.0μC. They are separated by a distance of 2.50 cm.
 (a) What is the magnitude of the force that each sphere experiences, and is the force attractive or repulsive? (b) The spheres are brought into contact and then separated to a distance of 2.50 cm. Determine the magnitude of the force that each sphere now experiences, and state whether the force is attractive or repulsive.

Answer:

$$F_e = k_e \frac{q \ q_0}{r^2}$$

Diktat Mata Kuliah Dasar 2024

$$F_a = (8.99 \times 10^9) \frac{(-20 \times 10^{-6}) \times (50 \times 10^{-6})}{(2.5 \times 10^{-2})^2}$$
$$F_a = -1.44 \times 10^4 N$$

Tanda (-) menunjukkan gaya tarik.

Catatan: muatan yang berlawanan menghasilkan gaya tarik. Ketika dua bola bersentuhan, muatan menjadi seimbang. Karena bola penghantar identik, ini hanya rata-rata numerik.

$$\mathsf{Qb} = \frac{q_{1a} + q_{2a}}{2} = \frac{-20.0 \ \mu C + 50.0 \ \mu C}{2} = \frac{30.0 \ \mu C}{2} = 15.0 \ \mathsf{Mc}$$

Gaya sekarang, setelah muatan seimbang, adalah

$$F_b = k \frac{q_{1a}q_{2a}}{d^2} = k \left(\frac{q_b}{d}\right)^2$$

$$= (8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) \left(\frac{15.0 \times 10^{-6} \text{C}}{2.50 \times 10^{-2} \text{ m}}\right)^2$$

$$F_b = (8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) (3.60 \times 10^{-7} \text{ C}^2/\text{m}^2)$$

$$= 3.236 \times 10^3 \text{ N}$$

Karena muatan sekarang keduanya positif, gaya akan bersifat menolak.

 $F_a = 1.44 \times 10^4 N$, (-) Tanda menunjukkan gaya tarik.

 $F_b = +3.24 \text{ x } 10^3 \text{ N}$, (+) Tanda menunjukkan gaya tolak.

- 3. Two very small spheres are initially neutral and separated by a distance of 0.50 m. Suppose that 0.3×10^{13} electrons are removed from one sphere and placed on the other.
 - a) What is the magnitude of the electrostatic force that acts on each sphere?
 - b) Is the force attractive or repulsive?

Answer:

a) Ini adalah suatu penerapan hukum Coulomb: $q_1 = +3.0 \times 10^{13} (1.602 \times 10^{-19} \text{ C}) = +4.806 \times 10^{-6} \text{ C}$ $q_2 = -3.0 \times 10^{13} 91.602 \times 10^{-19} \text{ C}) = -4.806 \times 10^{-6} \text{ C r} = 0.5 \text{m}$

so
$$|\vec{F}| = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 8.99 \times 10^9 \frac{(4.806 \times 10^{-6})^2}{(0.5)^2} = 0.831 \text{ N}$$

Menurut hukum Newton, gaya pada setiap bola adalah sama.

b) Gaya tersebut bersifat tarik karena muatan keduanya berlawanan.



Latihan Soal Hukum Coulomb

- 1. A particle has a charge of $+1.5\mu C$ and moves from point A to point B, a distance of 0.20 m. The particle experiences a constant electric force, and its motion is along the line of action of the force. The difference between the particle's electric potential energy at A and B is $U_A U_B = +9.0 \times 10^4 J$. Find the magnitude and direction of the electric force that acts on the particle and the magnitude and direction of the electric field that the particle experiences.
- 2. Two point charges are fixed on the y axis: a negative point charge $q_1 = -25\mu C$ at $y_1 = +0.22$ m and a positive point charge q_2 at $y_2 = +0.34$ m. A third point charge $q = +8.4\mu C$ is fixed at the origin. The net electrostatic force exerted on the charge q by the other two charges has a magnitude of 27 N and points in the +y direction. Determine the magnitude of q_2 .
- 3. A long, thin rod (length = 4.0 m) lies along the x-axis, with its midpoint at the origin. In a vacuum, a $+8.0\mu$ C point charge is fixed to one end of the rod, and a -8.0μ C point charge is fixed to the other end. Everywhere in the x, y plane there is a constant external electric field (magnitude = 5.0×10^3 N/C) that is perpendicular to the rod. With respect to the z axis, find the magnitude of the net torque applied to the rod

BAB 2 HUKUM GAUSS

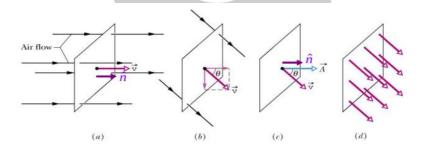
2.1 PENGERTIAN HUKUM GAUSS

Hukum Gauss adalah cara alternatif untuk menjelaskan bagaimana perilaku muatan listrik dan medan listrik. Satah satu konsekuensi dari hukum ini yaitu bahwa muatan statik konduktor terdapat pada permukaan konduktor itu, bukan di bagian dalamnya (muatan didalam rongga konduktor = adalah 0).

2.2 PENURUNAN HUKUM GAUSS DALAM KAITANNYA DENGAN MEDAN LISTRIK

A. Fluks Dari Suatu Vektor

- Misal terdapat udara yang mengalir dengan kecepatan ~v menuju suatu loop dengan luas A. Vektor kecepatan membentuk sudut sebesar θ terhadap vektor normal dari loop n
- Maka nilai Φ = ~v · An = vA cos θ disebut fluks. Dalam contoh ini, fluks menyatakan jumlah aliran volume yang melewati daerah A.



B. Fluks Medan Listrik

- ❖ Anggap kita mengetahui besar medan E~ di seluruh ruang
- ❖ Bagi permukaan tertutup menjadi bagian-bagian kecil dA~ = ndA
- Fluks total yang menembus permukaan adalah

$$\emptyset = \oint \vec{E} \cdot \overrightarrow{dA}$$

C. Hukum Gauss

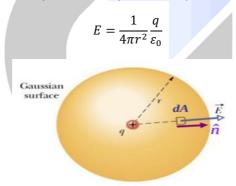
Hukum Gauss menyatakan bahwa besar fluks yang menembus suatu permukaan tertutup sebanding dengan besarnya muatan yang dilingkupi oleh permukaan tertutup.

$$\emptyset = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

D. Penerapan Hukum Gauss

a) Partikel titik

- Permukaan Gauss dipilih berbentuk bola dengan partikel titik berada pada titik pusatnya
- Penerapan hukum Gauss menghasilkan kuat medan listrik pada titik berjarak r dari partikel titik

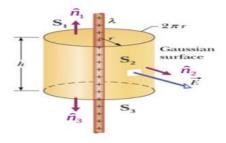


b) Batang sangat panjang

- Permukaan Gauss dipilih berbentuk tabung dengan batang berada pada sumbu simetrinya
- Dengan menerapkan hukum Gauss, diperoleh medan listrik pada titik berjarak r dari batang

$$E = \frac{1}{4\pi r l} \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \frac{1}{r}$$

Dengan $\lambda = q_1$ adalah rapat muatan per satuan panjang

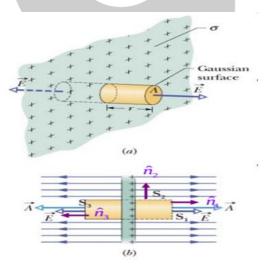


c) Permukaan

- Dipilih permukaan Gauss berupa tabung dengan tutup tabung sejajar dengan permukaan
- Garis medan hanya menembus kedua permukaan tutup tabung. Jika luas masing-masing permukaan adalah A, maka fluks total yang menembus tabung adalah Φ = 2EA

$$E = \frac{q_{A}}{2\varepsilon_{0}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_{0}}$$

Dengan $\sigma = {}^q/_A$ adalah rapat muatan per satuan luas



d) Dua plat sejajar

 Jika besar muatan masing-masing plat sama, maka medan listrik hanya akan ada di daerah di antara kedua plat, dengan besar.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

e) Medan tak seragam

- Identifikasi vektor permukaan kubus
- Hitung fluks tiap permukaan, lalu jumlahkan
- Terapkan hukum Gauss

f) Muatan tersebar merata dalam bola isolator

- Medan listrik di setiap bagian dalam konduktor nol, baik konduktornya pejal maupun berongga
- Jika konduktor terisolasi dan bermuatan, maka muatan tersebar di permukaan bahan
- Arah medan listrik di suatu titik di luar bahan adalah tegaklurus permukaan bahan
- Pada konduktor berbentuk tidak beraturan, rapat muatan terbesar terdapat pada bagian dengan radius kelengkungan permukaan yang terkecil

Contoh Soal:

1. Sebuah bola kecil bermuatan listrik 10 μ C berada di antara keping sejajar P dan Q dengan muatan yang berbeda jenis dengan rapat muatan 1,77 x 10-8 C/m2. Jika g = 10 m/s2 dan permitivitas udara adalah 8,85 x 10-12 C2 /Nm 2, hitung massa bola tersebut

Penyelesian:

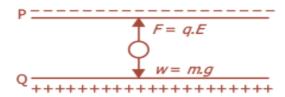
Diketahui:

q = 10 μ C = 10⁻⁵ C σ = 1,77 x 10⁻⁸ C/m2 g = 10 m/s2 ϵ_0 = 8,85 x ¹⁰⁻¹² C²/Nm 2

Ditanya:

m = ... ?

Jawab:



Dari gambar di atas, syarat bola dalam keadaan setimbang adalah jika:

$$F = w$$

$$q.E = m.g$$

$$m = \frac{q.E}{g} = \frac{(10^{-5})(2000)}{10}$$

$$m = 2 \times 10^{-3} \text{ kg} = 2 \text{ gram}$$

 Medan listrik sebesar 5000 N/C melewati permukaan persegi dan membentuk sudut 60° terhadap garis normal. Luas permukaan persegi adalam 2 m². Tentukan fluks listrik yang melalui permukaan persegi!

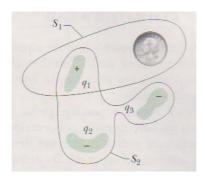
Penyelesaian:

$$\Phi = E A \cos \theta = (5000)(2)(\cos 60)$$

= $(5000)(2)(0,5) = 5000$
= $5 \times 10^3 \text{ Nm}^2/\text{C}$

 Pada gambar di bawah ini ditunjukkan tiga buah plastik bermuatan dan sebuah koin netral (tidak bermuatan). q1 = 3.1 nC, q2 = -5.9 nC dan q3 = -3.1 nC. Tentukan jumlah fluks yang menembus permukaan S1 dan S2.

Diktat Mata Kuliah Dasar 2024



Penyelesaian:

$$\begin{split} \Phi_{s_1} &= \frac{q_1}{\epsilon_o} = \frac{+3,1 \times 10^{-9}}{8,85 \times 10^{-12}} \frac{C}{\frac{C^2}{Nm^2}} = +350 \frac{Nm^2}{C} \\ \Phi_{s_2} &= \frac{q_1 + q_2 + q_3}{\epsilon_o} = \frac{(+3,1 - 5,9 - 3,1) \times 10^{-9}}{8,85 \times 10^{-12}} = -670 \frac{Nm^2}{C} \end{split}$$

2.3 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. A surface completely surrounds a +2.0 x 10-6 C charge. Find the electric flux through this surface when the surface is (a) a sphere with a radius of 0.50 m, (b) a sphere with a radius of 0,25 m, and (c) a cube with edges that are 0,25 m long.

Answer:

Hukum Gauss memberi tahu kita bahwa fluks listrik sama dengan jumlah muatan bersih yang terkurung dibagi dengan permitivitas ruang hampa, atau dalam bentuk persamaan:

$$\Phi_{E} = \vec{E} \times \vec{A} = EA \cos(\theta_{EA}) = \frac{Q_{enclosed}}{\varepsilon_{0}}$$

Karena dalam ketiga bentuk ini luas permukaannya menyertakan muatan, fluksnya sama tanpa memandang bentuknya.

$$\Phi_{E} = \frac{Q_{enclosed}}{\varepsilon_{0}} = \frac{(2.0 \times 10^{-6} C)}{(8.85 \times 10^{-12} \frac{C^{2}}{Nm^{2}})} = 2,260 \times 10^{5} \text{ Nm}^{2}/\text{C}$$

$$\Phi_{E} = 2.3 \times 10^{5} \text{ Nm}^{2}/\text{C}$$

2. A solid nonconducting sphere has a positive charge q spread uniformly throughout its volume. The charge density or charge per unit volume, therefore is $\frac{q}{\frac{q}{3}\pi R^3}$. Use Gauss's law to show that the electric field at a point within the sphere at a radius r has a magnitude of $\frac{qr}{4\pi\varepsilon_0R^3}$

Answer:

Hukum gauss:

$$\Phi_{\text{E}} = \vec{E} \times \vec{A} = \text{EA} \cos (\theta_{\text{EA}}) = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0}$$

Untuk distribusi muatan bola, medan listrik berarah radial, masuk atau keluar tergantung pada tanda muatan. Dengan menggunakan bola sebagai permukaan Gauss, normal ke permukaan adalah radius, sehingga sudu $\theta_{\text{EA}}=0$ dan hukum Gauss menjadi:

$$\mathsf{EA} = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0}$$

Diktat Mata Kuliah Dasar 2024

Selesaikan untuk E

$$\mathsf{E} = \frac{q_{enclosed}}{A\varepsilon_0} = \frac{q_{enclosed}}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$

Sekarang q_{enclosed} itu adalah muatan di dalam bola Gauss. Jadi, itu adalah kerapatan muatan volume dikali dengan volume yang terkurung. Kerapatan muatan volume hanyalah total muatan dibagi dengan total volume. Dengan asumsi muatan Q tersebar secara merata di seluruh bola berjari-jari R:.

$$\rho = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3Q}{4\pi R^3}$$

Jadi, muatan yang terkurung dalam sebuah bola berjari-jari r dapat dihitung dari:

$$q_{\text{enclosed}} = \rho V_{\text{enclosed}} = \rho \frac{4}{3} \pi r^3 = \left(\frac{3Q}{4 \pi R^3}\right) \frac{4}{3} \pi r^3 = Q \frac{r^3}{R^3}$$

substitusi q_{enclosed} ke dalam persamaan medan listrik menghasilkan

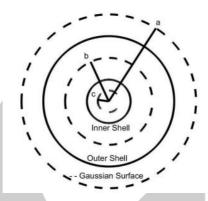
$$\mathsf{E} = \frac{q_{enclosed}}{4\pi r^2 \varepsilon_0} = \frac{Q \frac{r^3}{R^3}}{4\pi r^2 \varepsilon_0} = \frac{Qr}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$

Ini adalah apa yang seharusnya kita tunjukkan bahwa medan listrik di dalam suatu volume bola dengan muatan Q yang terdistribusi merata adalah:

$$\mathsf{E} = \frac{Qr}{4\pi R^3 \varepsilon_0}$$

3. Two spherical shells have a common center. A -1.6 x 10⁻⁶ C charge is spread uniformly over the inner shell, which has a radius of 0.050 m. A +5.1 x 10⁻⁶ charge is spread uniformly over the outer shell, which has a radius of 0.15 m. Find the magnitude and direction of the electric field at a distance (measured from the common center) of (a) 0.20 m, (b) 0.10 m, and (c) 0.025 m

Answer:



Dengan muatan yang tersebar di sekitar permukaan bola, permukaan Gauss juga berupa bola. Jadi, dengan menggunakan hukum Gauss:

$$\Phi_{\text{E}} = \vec{E} \times \vec{A} = \text{EA} \cos (\theta_{\text{EA}}) = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0}$$

gunakan A = $4\pi r^2$, dan sudut θ_{EA} = 0, kita bisa mendapatkan E dari

$$\mathsf{E} = \frac{q_{enclosed}}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$

Jadi, untuk (a) r = 0.20 m,

Qenclosed = Qinner shell + Qouter shell
=
$$(-1.6 \times 10^{-6} \text{ C}) + (+5.1 \times 10^{-6} \text{ C})$$

Qenclosed = $+3.5 \times 10^{-6} \text{ C}$

Jadi, dengan muatan bersih positif yang terkurung, arah medan listrik akan menjauh dari permukaan luar secara radial. Magnitudo dapat dihitung dengan memasukkan nilai di bawah:

$$E_{a} = \frac{q_{enclosed}}{4\pi r^{2} \varepsilon_{0}} = \frac{(3.5 \times 10^{-6} \text{ C})}{4\pi (0.20 \text{ m})^{2} (8.85 \times \frac{10^{-12} \text{ C}^{2}}{Nm^{2}})} = 7.868 \times 10^{5} \text{ N/C}$$

Untuk (b) r = 0.10 m,

$$E_b = \frac{q_{enclosed}}{4\pi r^2 \varepsilon_0} = \frac{1,6x10^{-6}C}{4\pi (0.10m)^2 \left(\frac{8.85x10^{-12}C^2}{nm^2}\right)} = 1.439x10^6 N/C$$

Untuk (c) r = 0.025m,

$$q_{enclosed} = 0$$

Jadi Dengan muatan bersih nol yang terkurung, tidak ada medan listrik, sehingga tidak ada arah medan listrik. Magnitudo dapat dihitung dengan memasukkan nilai di bawah:

$$E_c = \frac{q_{enclosed}}{4\pi r^2 \varepsilon_0} = 0.00 \ N/C$$

$$\overrightarrow{E_a} = 7.9 \ x 10^5 \ N/C^{+r}$$

$$\overrightarrow{E_b} = 1.4 \ x \ 10^6 \ N/C^{-r}$$

$$\overrightarrow{E_c} = 0.0 \ N/C$$

Latihan Soal Hukum Gauss

- A circular surface with a radius of 0.072 misexposed to a uniform external electricfield of magnitude 1.44 x 10⁴ N/C. The electric flux through the surface is 82 Nm²/C. What is the angle between the direction of the electric field and the area vector.
- 2. The drawing shows an edge-on view of two planar surfaces that intersect and are mutually perpendicular. Surface 1 has an area of 1.7 m², while surface 2 has an area of 3.2 m². The electric field \vec{E} in the drawing is uniform and has a magnitude of 250 N/C. Find the magnitude of the electric flux through.
 - a) Surface 1
 - b) Surface 2
- 3. Four point charges have equal magnitudes. Three are positive, and one is negative, as the drawing shows. They are fixed in place on the same straight line, and adjacent charges are equally separated by a distance d. Consider the net electrostatic force acting on each charge. Calculate the ratio of the largest to the smallest net force



BAB 3 POTENSIAL LISTRIK

3.1 KONSEP ENERGI LISTRIK

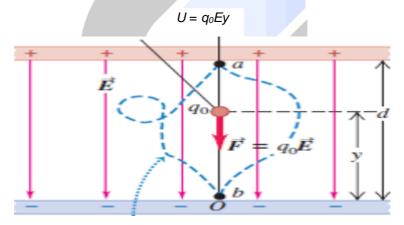
Kerja *W* yang dilakukan oleh gaya listrik *F* pada sebuah partikel bermuatan yang bergerak dari titik a ke titik b dalam medan listrik dapat dinyatakan dalam energi potensial listrik *U*.

$$W_{a\rightarrow b} = U_a - U_b = -(U_b - U_a) = -\Delta U$$

Kerja W yang dilakukan oleh medan listrik homogen adalah hasil kali dari besarnya gaya dan komponen pergeseran d dalam arah gaya tersebut.

$$W_{a\rightarrow b} = Fd = q_0Ed$$

Kerja ini dapat dinyatakan dengan sebuah fungsi energi potensial U



3.2 PENURUNAN ENERGI POTENSIAL LISTRIK

1. Energi Potensial Listrik Dua Muatan Titik

Energi potensial listrik untuk dua muatan titik q dan q₀ yang terpisah sejauh r adalah

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{qq_0}{r}$$

U bernilai 0, jika q dan qo terpisah sejauh tak terhingga

- Energi potensial listrik selalu didefinisikan relatif terhadap suatu titik acuan dimana U = 0
- Jika q dan q₀ memiliki tanda yang sama, interaksinya adalah tolak menolak, kerja ini positif dan U adalah positif di setiap pemisahan yang berhingga
- Jika tandanya berbeda, maka interaksinya tarik menarik dan U adalah negatif.

2. Energi Potensial Listrik beberapa Muatan Titik

Energi potensial listrik untuk sebuah muatan titik q_0 dalam medan listrik dari sekumpulan muatan q_i diberikan oleh

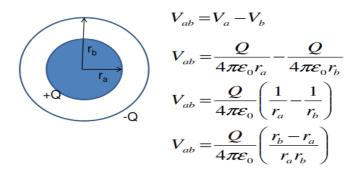
$$U = \underbrace{q_0}_{4\pi \in_{0}} \underbrace{q_1}_{r} + \underbrace{q_2}_{r} + \underbrace{q_3}_{r} + \dots = \underbrace{q_0}_{4\pi \in_{0}} \underbrace{\sum_{i} q_i}_{r_i}$$

3. Energi Potensial Listrik dari Muatan Kontinu

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

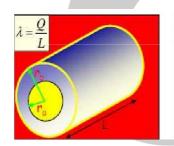
4. Potensial Diantara Dua Plat Berbentuk Bola

Dua kulit konduksi konsentris berbentuk bola dipisahkan oelh ruang hampa. kulit yang sebelah dalam mempunyai muatan +Q dengan jari-jari luar ra dan kulit yang sebelah luar bermuatan -Q dengan jari-jari dalam rb.



5. Potensial Pada Konduktor Silinder

Sebuah konduktor silinder panjang mempunyai jar-jari ra dan kerapatan muatan $+\lambda$. Silinder tersebut dikelilingi oleh sebuah kulit konduksi silinder sesumbu dengan jar-jari rb dan kerapatan muatan linier $-\lambda$.

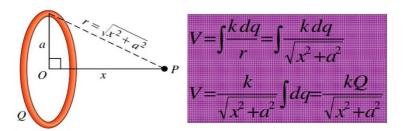


$$V_{ab} = V_a - V_b - - > \operatorname{Ingat} E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$$

$$V_{ab} = \int_a^b \vec{E} d\vec{l} = \int_a^b E_r dr = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \int_a^b \frac{1}{r} dr$$

$$V_{ab} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{r_b}{r_a}$$

6. Potensial Pada Sumbu Cincin Bermuatan



7. Selisih Potensial

Selisih potensial di antara dua titik *a* dan *b* disebut juga potensial dari *a* terhadap *b*, diberikan oleh integral garis dari *E*

$$W_{a \to b} = \int_{a}^{b} \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_{a}^{b} q_{0} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$
$$V_{a} - V_{b} = \int_{a}^{b} E \cdot dt = \int_{a}^{b} E \cdot \cos \phi \, dt$$

8. Permukaan Ekipotensial

- Mempunyai nilai potensial yang sama di tiap-tiap titik
- Garis medan listrik selalu tegak lurus terhadap permukaan ekipotensial
- Di sebuah titik dimana sebuah garis medan bersilangan dengan sebuah permukaan ekuipotensial, maka garis medan itu tegak lurus terhadap permukaan ekuipotensial tersebut
- Jika semua muatan dalam keadaan diam, maka permukaan sebuah konduktor merupakan permukaan ekipotensial
- Jika sebuah rongga dalam sebuah konduktor tidak mengandung muatan, maka rongga itu adalah permukaan ekipotensial

9. Gradien Potensial

$$\Delta V = -\int_{A}^{B} \vec{\mathbf{E}} \cdot d \vec{\mathbf{s}}$$

A = (x,y,z), B=(x+
$$\Delta$$
x,y,z)
$$\Delta \vec{s} = \Delta x \hat{i}$$

$$\Delta V = -\int_{(x,y,z)}^{(x+\Delta x,y,z)} \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} \cong -\vec{\mathbf{E}} \cdot \Delta \vec{\mathbf{s}} = -\vec{\mathbf{E}} \cdot (\Delta x \hat{\mathbf{i}}) = -E_x \Delta x$$

$$E_{x} \cong -\frac{\Delta V}{\Delta x} \to -\frac{\partial V}{\partial x}$$

$$E_{x} = \text{Laju perubahan V dimana y dan z dijaga konstan}$$

$$\vec{E} = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}\hat{\mathbf{i}} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{\mathbf{j}} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{\mathbf{k}}\right)$$

$$= -\left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{\mathbf{i}} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{\mathbf{j}} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{\mathbf{k}}\right)V$$
Gradient (del) operator:
$$\nabla \equiv \frac{\partial}{\partial x}\hat{\mathbf{i}} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{\mathbf{j}} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{\mathbf{k}}$$

Contoh Soal:

Dua muatan titik diletakkan pada sumbu x, q = -e di x = 0 dan $q_2 = +e$ di x = a.

- a) Carilah kerja yang harus dilakukan oleh sebuah gaya luar untuk membawa sebuah muatan titik ketiga $q_3=+e$ dari tak berhingga ke x=2a
- b) Carilah energi potensial total dari sistem ketiga muatan itu

Jawab:

a) Kerja yang harus dilakukan pada q₃ oleh gaya luar F_{luar} sama dengan selisih di antara dua kuantitas:

Energi potensial U yang diasosiasikan dengan q_3 berada di tak berhingga. Yang kedua dari antara kuantitas-kuantitas ini adalah nol, sehingga kerja yang harus dilakukan sama dengan U. Jarak di antara muatan-muatan itu adalah $r_{13}=2a$ dan $r_{23}=a$, sehingga dari persamaan di bawah:

$$W = U = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_{13}} + \frac{q_2}{r_{23}} \right) = \frac{+e}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{-e}{2a} + \frac{+e}{a} \right) = \frac{+e^2}{8\pi\epsilon_0 a}.$$

Jika q_3 dibawa dari tak berhingga sepanjang sumbu x positif. Maka q_3 itu ditarik oleh q_1 tetapi ditolak secara lebih kuat oleh q_2 ; maka kerja positif harus dilakukan untuk mendorong q_3 ke kedudukan di x=2a

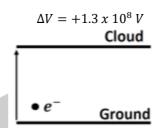
b) Energi potensial total dari kumpulan ketiga muatan itu diberikan oleh persamaan di bawah:

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i < j} \frac{q_i q_j}{r_{ij}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{(-e)(e)}{a} + \frac{(-e)(e)}{2a} + \frac{(e)(e)}{a} \right) = \frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 a}.$$

Karena U < 0, sistem itu mempunyai energi potensial yang lebih rendah daripada energi potensial yang akan dipunyainya seandainya ketiga muatan itu terpisah sejauh tak berhingga. Sebuah gaya luar harus melakukan kerja negatif untuk membawa ketiga muatan itu dari tak berhingga untuk mengumpulkan keseluruhan susunan ini dan harus melakukan kerja positif untuk memindahkan ketiga muatan itu kembali tak berhingga.

3.3 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. During a particular thunderstorm, the electric potential difference between a cloud and the ground is $V_{cloud} - V_{ground} = 1.3 \times 10^8 V$, with the cloud being at the higher potential. What is the change in an electron's electric potential energy when the electron moves from the ground to the cloud? Answer:



Hubungan antara energi potensial listrik dan potensial listrik adalah:

$$\Delta U_{EL} = q\Delta V = (-1.6 \times 10^{-19} C)(+1.3 \times 10^{8} V) = -2.08 \times 10^{-11} J$$

- 2. A particle with a charge of -1.5 μ C and a mass of 2,5 x 10⁻⁶ kg is released from rest at point A and accelerates toward point B, arriving there with a speed of 42 m/s. the only force acting on the particle is the electric force.
 - a) which point is at the higher potential?
 - b) what is the potential difference $V_B V_A$ between A and B?

Answer:

Partikel bermuatan negatif tertarik ke daerah potensial yang lebih tinggi. Oleh karena itu, titik B memiliki potensial yang lebih tinggi.

Karena satu-satunya gaya yang berkerja adalah gaya listrik yang merupakan gaya konservatif, kita tahu bahwa energi mekanik tetap terjaga

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

$$\Delta K = -\Delta U$$

$$\Delta K = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}m_B^2 = -\Delta U_{EL} = -q\Delta V$$

Karena v di titik A adalah nol. Selesaikan untuk ΔV

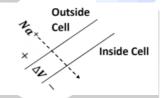
$$-q\Delta V = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\Delta V = \frac{mv_B^2}{2q} = -\frac{(2.5 \times 10^{-6} kg) \left(42 \frac{m}{s}\right)^2}{2(-1.5 \times 10^{-6} C)} = \frac{4.41 \times 10^{-3} J}{3 \times 10^{-6} C} = 1470 V$$

Point B adalah potensial tertinggi, $\Delta V = 1470 V$

3. Suppose that the electric potential outside a living cell is higher than that inside the cell by 0.070 V. How much work is done by the electric force when a sodium ion (charge = +e) moves from the outside to the inside?

Answer:



$$\Delta U_{el} = q\Delta V = +e\Delta V = -W$$

$$W = -e\Delta V = -(1.6 \times 10^{-19} C)(-0.070V) = 1.12 \times 10^{-20} J$$
$$W = 1.12 \times 10^{-20} J$$

Latihan Soal Potensial Listrik

- An electric car accelerates for 7.0s by drawing energy from its 290-V battery pack. During this time, 1200 C of charge passes through the battery pack. Find the minimum horsepower rating of the car.
- The potential at location A is 452 V. a positively charged particle
 is relased there from rest and arrives at location B with a speed.
 The potential at location C is 791 V, and when relased from rest
 this spot, the particle arrives at B with twice the speed it
 previously had, or 2 . Find the potential at B.
- 3. A moving particle encounters external electric field that decreases its kinetic energy from 9520 Ev to 7060 eV as the particle moves from position A to B. the electric potential at A is -55.0 V, and the electric potential at B is +27 V. determine the charge of the particle. Include the algebraic sign(+ or -) with your answer.



BAB 4 ARUS, TAHANAN, DAN RANGKAIAN LISTRIK

4.1 ARUS LISTRIK

1. Arus listrik didefinisikan sebagai jumlah muatan yang mengalir per satuan waktu tertentu.dirumuskan

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

- 2. Satuan arus listrik adalah ampere (1 A = 1 C/s)
- 3. Muatan listrik mengalir karena adanya beda potensial.Muatan mengalir dari tempat yang potensialnya tinggi ke tempat yang potensialnya rendah.

4.2 RESISTIVITAS (ρ)

- 1. rasio besarnya medan listrik dan kerapatan arus $\rho = E/J$
- 2. Satuan SI dari resistivitas adalah ohm meter (1 Ω .m)
- 3. Dirumuskan:

$$\rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

Dengan T =suhu; α =koefisien suhu resistivitas; ρ_0 =resistivitas awal

4.3 RESISTANSI (R)

 Hukum Ohm menyatakan bahwa selisih potensial V yang melewati sebuah material sebanding dengan arus I yang melalui material tersebut

$$V = I R$$

2. Jika dinyatakan dalam resistivitas ρ , panjang L, dan luas penampang A maka:

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

4.4 GAYA GERAK LISTRIK/GGL (ε)

- Sebuah sumber Ggl mempertahankan selisih potensial yang konstan dan mempunyai suatu hambatan dalam r
- 2. Jika sebuah arus mengalir melalui sebuah sumber dari terminal negatif b ke terminal positif a, selisih potensial V_{ab} di antara terminal-terminal tersebut adalah

$$V_{ab} = \varepsilon - Ir$$

dimana $V_{ab} = IR$.
Jika digabungkan,
maka $\varepsilon - Ir = IR$

4.5 DAYA DALAM RANGKAIAN LISTRIK (P)

Rangkaian dengan selisih potensial V_{ab} dan arus I memberi energi ke dalam sebuah rangkaian jika arah arus adalah dari potensial yang lebih rendah ke potensial yang lebih tinggi dalam ggl itu, dan mengambil energi ke luar dari rangkaian itu jika arus itu berada dalam arah yang berlawanan.

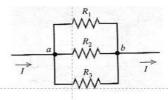
$$P = V_{ab}I = I^2R$$

4.6 RANGKAIAN RESISTOR

Seri

Nilai $\frac{V_{ab}}{I}$ adalah hambatan ekuivalen R_{ek} . Maka $R_{ek} = R_1 + R_2$

2. Paralel



$$\begin{split} I_1 &= \frac{V_{ab}}{R_1}, \quad I_2 &= \frac{V_{ab}}{R_2}, \quad I_3 &= \frac{V_{ab}}{R_3} \\ I &= I_1 + I_2 + I_3 &= V_{ab} \bigg(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \bigg) \qquad \frac{I}{V_{ab}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \end{split}$$

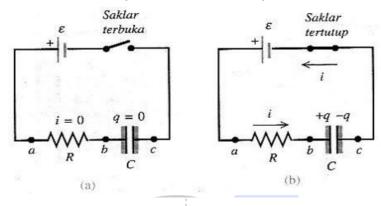
Tetapi menurut definisi dari hambatan ekuivalen R_{ek} , $\dot{LV}_{ab} = 1/R_{ek}$ maka

$$\frac{1}{R_{\rm ek}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

4.7 HUKUM KIRCHOFF

- 1. **Kaidah titik percabangan**: $\Sigma I = \mathbf{0}$ Jumlah aljabar dari arus dalam setiap percabangan adalah nol.
- 2. **Kaidah simpal**: $\Sigma V = 0$ Jumlah aljabar dari selisih potensial dalam setiap simpal adalah nol
- 3. Perjanjian tanda + dan -:
 - a) I bertanda + jika mengalir dari a ke b
 - b) ε bertanda + jika kutub negatif sumber tegangan menghadap titik a dan kutub + menghadap b

4.8 RANGKAIN R-C (PENGISIAN MUATAN)



Dari hukum Kirchhoff pada loop tertutup :
$$i$$
R + q/C - ε = 0 atau $\varepsilon - i$ R - $\frac{q}{C}$ = 0 Saat t = 0, q = 0, Kapasitor belum termuati , i 0 = ε /R Saat i = 0, q mencapai nilai max Q_f = $C\varepsilon$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} - \frac{q}{RC} = -\frac{1}{RC}(q - C\varepsilon)$$

$$\int_{0}^{q} \frac{dq'}{q' - C\varepsilon} = -\int_{0}^{t} \frac{dt'}{RC}$$

$$\ln\left(\frac{q - C\varepsilon}{-C\varepsilon}\right) = -\frac{t}{RC}$$

$$\frac{q - C\varepsilon}{-C\varepsilon} = e^{-t/RC}$$

$$q = C\varepsilon(1 - e^{-t/RC}) = Q_f(1 - e^{-t/RC})$$
 (rangkaian *R-C*, mengisi kapasitor)
 $i = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}$ (rangkaian *R-C*, mengisi kapasitor)

4.9 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

- A defibrillator is used during a heart attack to restore the heart to its normal beating pattern. A defibrillator passes 18 A of current through the torso of a person in 2 ms.
 - a) how much charge moves during this time?
 - b) how many electrons pass through the wires connected to the patient?

Answer:

$$i = \frac{q}{t}$$

Selesaikan untuk q

$$q = it = (18A)(2 \times 10^{-3}s) = 3.6 \times 10^{-2}C$$

$$q = Ne$$

$$N = \frac{q}{e} = \frac{3.6 \times 10^{-2}C}{1.6 \times 10^{-19}C} = 2.25 \times 10^{17}e^{-1}$$

(a)
$$q = 3.6 \times 10^{-2} C$$

(b)
$$N = 2.25 \times 10^{17} e^{-}$$

2. Two wires are identical, except that one is aluminium and one is copper. The aluminium wire has a resistance of 0.20 Ω . What is the resistance of the copper wire?

Answer:

Resistance untuk sebuah kawat dapat dihitung dari

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Di mana p adalah resistivitas bahan, L adalah panjang, dan A adalah luas penampang. Oleh karena itu, untuk setiap kawat kita memiliki

$$R_{Al} = \rho_{Al} \frac{L}{A}$$

Dan

$$R_{Cu} = \rho_{Cu} \frac{L}{A}$$

Dari kawat alumunium

$$\frac{L}{A} = \frac{R_{Al}}{\rho_{Al}}$$

Masukkan itu ke dalam kawat tembaga

$$R_{Cu} = \rho_{Cu} \frac{L}{A} = \rho_{Cu} \frac{R_{Al}}{\rho_{Al}} = R_{Al} \left(\frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}} \right)$$

Kita tahu bahwa

$$\rho_{Cu} = 1.72 \times 10^{-8} \Omega m$$

$$\rho_{Al} = 2.82 \times 10^{-8} \Omega m$$

$$R_{Cu} = R_{Al} \left(\frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}}\right) = \frac{(0.2\Omega)(1.72 \times 10^{-8} \Omega m)}{2.82 \times 10^{-8} \Omega m} = 0.122\Omega$$

3. A coil of wire has a resistance of 38 Ω at 25 celcius and 43.7 Ω at 55 celcius. What is the temperature coefficient of resistivity. Answer:

Hambatan dengan ketergantungan suhu ditemukan dengan menggunakan ketergantungan suhu resistivitas

$$\rho_T = \rho_0 \big(1 + a(T - T_0) \big)$$

Biasanya, suhu referensi adalah 20 derajat Celsius, ρ_0 adalah resistivitas pada 20 derajat Celsius, tetapi dapat menjadi suhu apa pun di mana Anda mengetahui resistivitasnya

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R_T = \rho_T \frac{L}{A} = \rho_0 \left(1 + a(T - T_0) \right) \frac{L}{A} = R_0 \left(1 + a(T - T_0) \right)$$

$$R_T = T_0 \left(1 + a(T - T_0) \right)$$

Sekali lagi, kita perlu tahu apa nilai hambatan R_0 pada suhu referensi T_0 . Di sini, kita dapat menggunakan 25 derajat Celsius sebagai suhu referensi. Karena kita mengetahui R_T, R_0, T, T_0 kita dapat menyelesaikan a

$$R_T = R_0 \left(1 + a(T - T_0) \right)$$

$$1 + a(T - T_0) = \frac{R_T}{R_0}$$

$$a(T - T_0) = \frac{R_T}{R_0} - 1$$

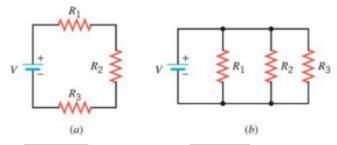
$$a = \frac{\left(\frac{R_T}{R_0} - 1\right)}{T - T_0} = \frac{\left(\frac{437\Omega}{38\Omega} - 1\right)}{55^{\circ}C - 25^{\circ}C} = \frac{0.150}{30^{\circ}C} = 5 \times 10^{-3^{\circ}}C^{-1}$$

$$a = 5 \times 10^{-3^{\circ}}C^{-1} = 0.0050 C^{-1}$$



Latihan Soal Arus, Tahanan, dan Rangkaian Listrik

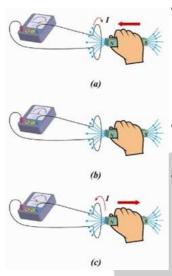
- 1. A tungsten wire has a radius of 0.075 mm and is heated from 20 to 1230 degree celcius. The temperature coefficient of resistivity is $a=4.5 \ x \ 10^{-3} \ C^{-1}$. when 120 V is applied across the ends of the hot wire, a current of 1,5 A is produced. How long is the wire? Neglect any effects due to thermal expansion of the wire.
- 2. The drawing show three different resistors in two different circuits. The battery has a voltage of $V=24\,V$, and the resistors have values of $R_1=50\Omega$, $R_2=25\Omega$, $R_3=10\Omega$



- a) For the circuit on the left, determine the current through and the voltage across each resistor
- b) repeat part (a) for the circuit on the right

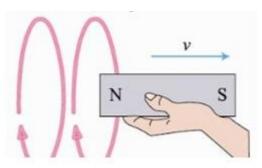
BAB 5 INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

5.1 PENEMUAN FARADAY DAN HUKUM INDUKSI



- Jarum amperemeter yang digunakan untuk menandai apakah ada arus listrik yang mengalir pada solenoida atau tidak, mengalamiperubahan kedudukan hanya pada saat terjadi perubahan keadaan dari tidak ada medan magnet ke keadaan ada medan magnet
- Pada percobaan kedua, Faradat menggunakan magnet sebagai sumber medan magnet
- Perubahan keadaan yang telah ditandai sebelumnya oleh Michael Faradat sebagai biang arus listrik pada solenoida bukan hanya perubahan keadaan dari tidak ada medan magnet ke keadaan ada medan magnet

Hal ini menunjukkan bahwa perubahan medan magnet lah yang menyebabkan arus listrik, bukan medan magnet itu sendiri. Arus listrik yang dihasilkan dariproses yang kemudian dikenal sebagai induksi magnetik tersebut diistilahkan sebagai arus induksi sedangkan gaya gerak listrik (GGL) yang dihasilkan ia sebut sebagai GGL induksi.



5.2 PERUMUSAN GGL INDUKSI

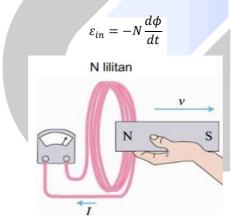
GGL Induksi yang dihasilkan dari eksperimen-eksperimen tersebut dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\vec{E}_{in} = \oint \vec{E} \cdot ds$$

Dapat dinyatakan kembali dalam bentuk yang lebih eksplisit sebagai berikut: (\emptyset_{magnet} merupakan fluks magnet yang menembus suatu permukaan loop tertentu)

$$\varepsilon_{in} = -\frac{d\phi}{dt}$$

Jika loop yang dikenai medan magnet memiliki N lilitan maka GGL induksi yang dihasilkan pada loop tersebut dapat ditentukan dengan persamaan:

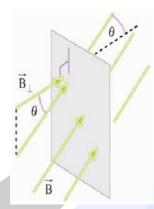


Fluks magnet dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\phi_{magnet} = \int_{luasan} \vec{B} \cdot \vec{dA}$$

Diktat Mata Kuliah Dasar 2024

B adalah medan magnet (T) sedangkan dA adalah segmen luas permukaan yang ditembus oleh medan magnet B. Perhatikan gambar berikut:

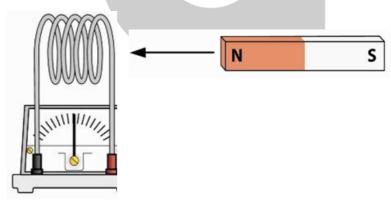


Dalam bentuk skalar, sebagai berikut:

$$\phi_{magnet} = BA \cos \theta$$

Maka kita dapatkan besar GGL Induksi:

$$\varepsilon_{in} = NBA \sin \theta$$



5.3 HUKUM LENZ

Pada semua eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan bahwa arus listrik induksi yang mengalir pada solenoida selalu berlawanan arah dengan arah arus listrik yang menyebabkannya.

Jika perubahan fluks adalah positif (artinya medan magnet yang masuk ke luasan semakin besar), maka GGL induksi yang dihasilkan adalah negatif sedangkan jika perubahan fluks adalah negatif (medan magnet yang masuk ke luasan semakin kecil), maka GGL induksi yang dihasilkan adalah positif.

Perubahan luas loop dengan demikian adalah:

$$\Delta A = A_t - A_0 = (A_0 + Lv\Delta t) - A_0 = Lv\Delta t$$

Maka besar GGL induksi menjadi:

$$\varepsilon_{in} = NB \sin \theta \rightarrow N = 1 \ dan \ \sin \theta = 1$$

$$= BLv$$

Gaya yang bekerja per satuan muatan (atau medan listrik) adalah konstan. Karena medan listrik pada batang ab adalah konstan dan besarnya sama dengan vB maka beda potensial antara ujung-ujung batang ab adalah

$$\Delta V = EL \rightarrow \Delta V = \varepsilon_{in}$$

Terdapat kesetimbangan gaya antara gaya magnetik dan elektrik sehingga:

$$F_e = F_b$$

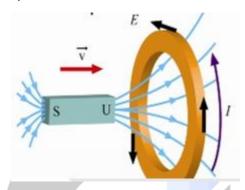
$$qE = qvB$$

Arus listrik induksi pada sistem tersebut dapat ditentukan dengan persamaan di bawah:

$$I_{in}=rac{arepsilon_{in}}{R}$$
 ; dengan GGL induksi: $I_{in}=BLv$

5.4 MEDAN LISTRIK INDUKSI

Ketika sebuah magnet batang digerakkan keluar masuk pada sebuah loop maka pada loop tersebut akan dihasilkan GGL induksi. Gerakan keluar masuk (atau maju mundur) dari magnet batang menyebabkan **perubahan fluks magnet** yang mengenai luas permukaan yang dilingkupi oleh loop.



Medan listrik sendiri muncul karena adanya perubahan fluks magnetik.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\phi_{magnetik}}{dt} \rightarrow \varepsilon_{in} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\varepsilon_{in} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\phi_{magnetik}}{dt}$$

Arus induksi tidak lain merupakan pergerakan muatan listrik yang dipicu karena adanya medan listrik yang menggerakkan muatan-muatan tersebut.

5.5 ARUS PERPINDAHAN MAXWELL

Persamaan dibawah (Hukum Ampere) berlaku untuk arus listrik I yang konstan dan sedikit ada penyimpangan ketika persamaan tersebut digunakan untuk menganalisis sistem yang mengandung arus listrik tidak konstan.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$$

Maxwell memiliki cara pandang yang berbeda mengenai hal tersebut. Maxwel berpikir bahwa walaupun tidak terdapat arus listrik yang Diktat Mata Kuliah Dasar 2024

mengalir antar plat, akant etapi dengan beruabhnya konsentrasi muatan pada setiap plat maka medan listrik antara kedua plat tersebut berubah, demikian juga fluks listriknya.

Medan listrik yang dimiliki oleh kapasitor plat sejajar dapat ditentukan dengan persamaan:

$$E = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{q}{A}$$

Medan listrik tersebut menembus bidang plat kapasitor. Medan listrik yang menembus bidang tidak lain adalah fluks listrik dimana besarnya fluks tersebut adalah:

$$\phi_{listrik} = AE$$

$$\phi_{listrik} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$q = \varepsilon_0. \phi_{listrik}$$

Jika medan listrik berubah terhadap waktu, maka fluks medan listrik juga berubah:

$$\varepsilon_0 \frac{d\phi_{listrik}}{dt} = \frac{dq}{dt} \to \frac{dq}{dt} = I$$

$$I = \varepsilon_0 \frac{d\phi_{listrik}}{dt}$$

Ternyata perubahan fluks listrik antara dua plat kapasitor menghasilkan arus listrik. Arus listrik tersebut oleh Maxwell kemudian dinamakan arus perpindahan (*displacement current*).

$$I_d = \varepsilon_0 \frac{d\phi_{listrik}}{dt}$$

Arus perpindahan hanya bergantung pada perubahan fluks medan listrik.

Maka diperoleh formulasi lengkap untuk hukum Ampere, yaitu:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 (I + I_d)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 (I + \varepsilon_0 \frac{d\phi_{listrik}}{dt})$$

5.6 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

 A five-object, whose dimensions are shown in the drawing, is placed in a uniform magnetic field. The magnetic field has a magnitude of 0.25 T and points along the positive y direction. Determine the magnetic flux through each of the five sides.



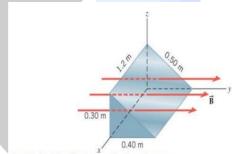
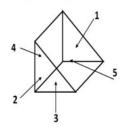


Figure below identifies the five sides for reference.



Jadi sisi 1 adalah sisi segitiga yang jauh, sisi 2 adalah sisi segitiga yang dekat, dan sisi 3 adalah persegi panjang horizontal di bagian bawah. Karena ketiga sisi tersebut memiliki

vektor normal yang tegak lurus terhadap medan magnet, maka tidak ada fluks yang melewati mereka

$$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = BA\cos(90^\circ) = 0$$

Sisi 4 adalah persegi panjang vertikal, jadi normalnya berlawanan sejajar dengan B

$$\Phi_4 = BA_4 \cos \cos (180^\circ) = -(0.25T)(1.2m)(0.3m) = -0.090 Wb$$

Sisi 5 adalah sisi miring, jadi gambar di bawah ini menunjukkan normal dan sudutnya terkait dengan medan B

0.3 m
$$\theta$$
0.4 m
$$\Phi_5 = BAcos(\theta)$$

Dengan $\alpha + \theta = 90^{\circ}$, $kita \, dapat \, \theta = 90^{\circ} - \alpha \, dan \, kita \, bisa$ mencari α dari tangen

$$\alpha = tan^{-1} \left(\frac{0.3m}{0.4m} \right) = 36.87^{\circ}$$

$$\Phi_5 = BA_5 cos(\theta) = (0.25T)(1.2m)(0.5m)cos(90^\circ - 36.87^\circ)$$

$$= 0.090 Wb$$

Artinya, fluks magnetik yang masuk ke dalam objek = 0,09 Wb dan fluks magnetik yang keluar dari objek juga 0,09 Wb, yang seharusnya terjadi jika tidak ada sumber atau lubang yang terkandung dalam objek tersebut.

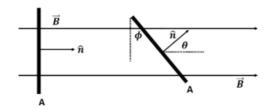
$$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = 0$$

$$\Phi_4 = -0.090Wb$$

$$\Phi_5 = 0.090Wb$$

2. A standard door into house rotates about a vertical axis through one side, as defined by the doors hinges. A uniform magnetic field is parallel to the ground and perpendicular to this axis. Through what angle must the door rotate so that the magnetic flux that passes through it decreases from its maximum value to one-third of its maximum value.

Answer:



Di sebelah kiri, kita memiliki pintu dengan fluks magnetik maksimum. Di sebelah kanan, kita memiliki fluks yang lebih sedikit. Fluks magnetik adalah

$$\Phi_B = BAcos(\theta_{Bn})$$

dimana θ harulah sudut diantara B dan normal n area. Sudut Φ , Seberapa jauh pintu diputar terkait dengan sudut θ yang digambarkan pada gambar dibawah



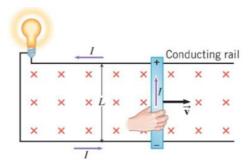
Dengan pemeriksaan, kita dapat melihat bahwa $\Phi=\theta$. Jadi, jika kita menemukan θ , Kita juga menemukan seberapa jauh pintu diputar. Jadi, kita ingin fluks magnetik berkurang sebanyak 1/3

$$\Phi_{B \ final} = BA\cos(\theta) = \frac{1}{3}\Phi_{Bmax} = BA$$

$$cos(\theta) = \frac{1}{3}; \theta = cos^{-1}(\frac{1}{3}) = 70.53^{\circ}$$

3. Suppose that the light bulb in figure is a 60W bulb with a resistance of $240\,\Omega$. The magnetic field has a magnitude of 0.4T, and the length of the rod is 0.6m. the only resistance in circuit is that due to the bulb. What is the shortest distance along the rails that the rod would have to slide for the bulb to remain lit for one-half second?

Answer:



Kita memiliki laju penggunaan energi oleh bola lampu, yaitu 60 watt, yang berarti menggunakn 60 joule setiap detik. Jadi, kita dapat menemukan gaya yang diberikan pada batang dengan menggunakan gaya magnetik, yang harus seimbang dengan gaya yang diberikan oleh tangan. Gaya magnetik adalah

$$F_B = iLBsin(\theta_{iB}) = iLBsin(90) = iLB$$

Kita membutuhkan arus, yang dapat kita dapatkan dari ungkapan daya

$$P = i^2 R$$

Selesaikan untuk i

$$i = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{60 W}{240 \Omega}} = 0.5 A$$

Jadi, gaya yang dibutuhkan adalah

$$F_B = iLB = (0.5A)(0.6m)(0.4T) = 0.120N$$

Sekarang, kita menggunakan persamaan kerja mekanis

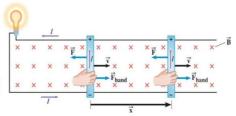
$$W = Fd$$

Selesaikan untuk jarak

$$d = \frac{W}{F} = \frac{Pt}{F} = \frac{(60W)(0.5s)}{120N} = 250m$$

Latihan Soal Induksi Elektromagnetik

1. Suppose the magnetic field in the figure has a magnitude of 1.2T, the rod has a length of 0.9m, and the hand keeps the rod moving to the right at a constant speed 3.5 m/s. if the current in the circuit is 0.04A, what is the average power being delivered to the circuit by the hand?



- 2. Near san fransisco, where the vertically downward component of the earth's magnetic field is $4.8 \times 10^{-5} T$, a car is traveling forward at 25 m/s, the width of the car is 2m
 - a) find the emf induced betweet the two sides of the car
 - b) which side of the car is positive the drivers side or the passengers side?



- 3. A 0.08m aluminium bar is held with its length parallel to the east, west direction and dropped from a bridge. Just before the bar hits the river below, its speed 22 m/s, and the emf induced across its length is $6.5 \times 10^{-4} V$. Assuming the horizontal component of the earth magnetic field at the location if the bar points directly north.
 - a) Determine the magnitude of the horizontal component of the earth magnetic field.
 - b) State whether the east end or the west end of the bar is positive.



BAB 6 INDUKSI DAN INDUKTANSI

6.1 GGL PADA SOLENOIDA

Sebuah Selenoid pada dasarnya kawat konduktor sehingga hambatan listrik antara dua ujung solenoid hampir nol. Jika Seleniod dialiri arus searah maka beda potensial antara dua ujung solenoid hampir nol.

Medan magnetik dalam solenoida adalah

$$B = \mu_0 n I$$

Jika luas penampang solenoid A maka fluks magnetik dalam solenoid adalah

$$\Phi = BA = \mu_0 n IA$$

GGL pada solenoida adalah

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt} = -N \frac{d(\mu_0 nIA)}{dt} = -N \mu_0 nA \frac{d(I)}{dt}$$

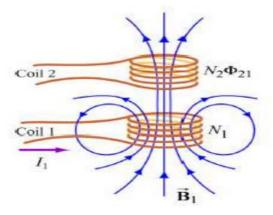
N adalah jumlah lilitan solenoida

6.2 INDUKTANSI BERSAMA

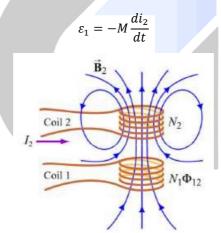
Bilah sebua arus i₁ yang berubah dalam sebuah rangkain menyebabkan perubahan perubahan fluks magnetik dalam rangkaian kedua tersebut.Ggl induksi bersama dirumuskan

$$\varepsilon_2 = -M \frac{di_1}{dt}$$

Konstanta M disebut induktansi bersama (mutual inductance) satuan Hendry (H)



Sama halnya apabila i₂ yang berubah-ubah dalam rangkain kedua akan menginduksi rangkain pertama. Dirumuskan



Induktansi bersama oleh kumparan yang mengandung jumlah lilitan N_1 dan N_2 dirumuskan

$$M = \frac{N_2 \phi_2}{i_1} = \frac{N_1 \phi_1}{i_2}$$

Diktat Mata Kuliah Dasar 2024

Contoh:

Sebuah solenoida dengan panjang 0,50 m dan luas penampang 10 cm², dililit secara rapat dengan 1000 lilitan. Sebuah solenoida lain dengan 10 lilitan mengelilingi solenoida pertama di pusatnya. Hitunglah induktasi bersama.

Penyelesaian:

$$B_1 = \mu_0 n_1 i_1 = \frac{\mu_0 N_1 i_1}{\ell}$$

$$M = \frac{N_2 \phi_2}{i_1} = \frac{N_2 B_1 A}{i_1} = \frac{N_2 \mu_0 N_1 i_1 A}{i_1 \ell} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell}$$

$$M = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(10 \times 10^{-4})(1000)(10)}{0.5} = 25 \times 10^{-6} H$$

6.3 GGL INDUKSI DIRI

Suatu arus i yang berubah dalam sembarang rangkain akan menginduksi sebauh GGL dalam rangkain yang sama itu, yang dinamakan induksi diri. GGL induksi diri dirumuskan

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$$

L=Induktansi diri (H)

Induktansi diri oleh N lilitan

$$L = \frac{N\phi_B}{i}$$

Arti fisis dari induktansi L adalah ukuran dari sebuah Induktor untuk menahan arus.semakin besar L semakin kecil laju perubahan arus.

Contoh:

Sebuah solenoida toroida dengan luas penampang 5,0 cm² dan jari-jari 0,10~m dililit secara rapat dengan 200 lilitan. Jika arus dalam solenoida toroida bertambah secara homogen dari nol ke 6,0 A dalam waktu 3,0 μ s, hitunglah besar dan arah Ggl induksi-sendiri itu.

Penyelesaian

Diketahui: $A = 5.0 \text{ cm}^2 = 5.0 \text{ x } 10^{-4} \text{ m}^2$, r = 0.10 m

$$N = 200 \text{ lilitan}, \frac{di}{dt} = (6,0)/(3,0 \times 10^{-6}) = (2,0 \times 10^{6})$$

Ditanya: ε = ?

Jawab:

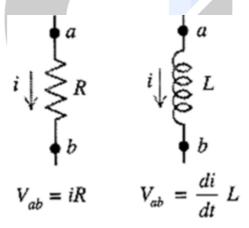
$$L = 40 \times 10^{-6} H$$

$$\varepsilon = -L (di/dt) = -(40 \times 10^{-6})(2.0 \times 10^{6}) = -80 \text{ V},$$

karena arus bertambah, maka arah Ggl berlawanan arah arus.

6.4 INDUKTOR L

Bila sebuah arus i mengalir dari a ke b melalui sebuah induktor, potensial itu turun dari a ke b bila di/dt positif (arus yang semakin bertambah). Dalam setiap kasus $V_{ab} = V_a - V_b = L \, di/dt$. Bila i konstan $V_{ab} = 0$



6.5 ENERGI DAN MEDAN MAGNET

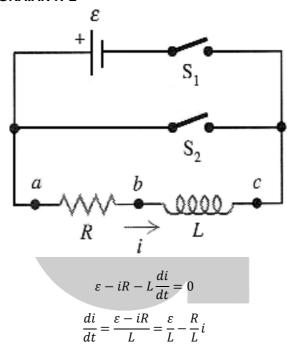
Sebuah induktor dengan induktansi L yang mengangkut arus i mempunyai energi.

$$U = \frac{1}{2}Li^2$$

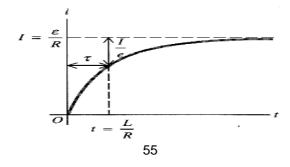
Energi ini diasosiasikan dengan medan magnetik induktor. Jika medan berada dalam ruang hampa, maka kerapatan energi magnetik u (energi per satuan volume) adalah:

$$u = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

6.6 RANGKAIAN R-L

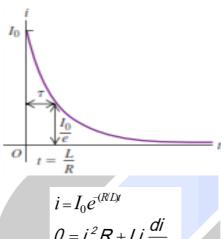


Pertambahan arus dalam rangkain R-L



$$i = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-Rt/L})$$

Peluruhan arus dalam rangkain R-L

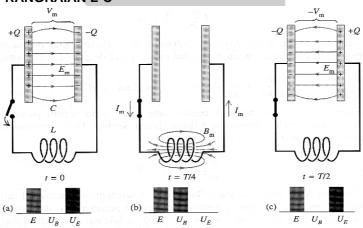


$$i = I_0 e^{-(R/L)t}$$

$$0 = i^2 R + Li \frac{di}{dt}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

6.7 RANGKAIAN L-C



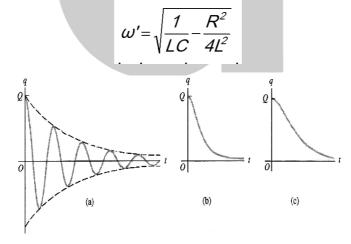
Rangkain L-C akan mengalami osilasi listrik dengan frekuensi sudut

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

SISTEM MASSA-PEGAS	RANGKAIAN INDUKTOR-KAPASITOR
Energi kinetik = $\frac{1}{2} mv^2$	Energi magnetik = $\frac{1}{2}Li^2$
Energi potensial = $\frac{1}{2} kx^2$	Energi listrik = $q^2/2C$
$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$	$\frac{1}{2}Li^2 + q^2/2C = Q^2/2C$
$v = \pm \sqrt{k/m} \sqrt{A^2 - x^2}$ $v = \frac{dx}{dt}$	$i = \pm \sqrt{1/LC}\sqrt{Q^2 - q^2}$
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$
$x = A \cos (\omega t + \phi)$	$q = Q \cos(\omega t + \phi)$

6.8 RANGKAIAN R-L-C

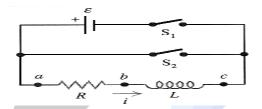
Mengalami osilasi teredam dengan frekuensi sudut



- (a). Kurang redam R kecil; (b) teredam kritis (R²=4L/C);
- (c) Kelewatan redam (R sangat besar)

Contoh:

Dalam gambar, saklar S_1 ditutup sedangkan S_2 tetap terbuka. Induktansinya adalah 0,115 H dan hambatannya adalah 120 Ω . a) Bila arus telah mencapai nilai akhir, energi yang disimpan dalam induktor adalah 0,260 J, berapa Ggl aki? b) Setelah arus mencapai nilai akhir, S_1 dibuka dan S_2 ditutup. Berapa lama waktu yang diperlukan agar energi yang disimpan dalam induktor tsb berkurang menjadi 0,130 J?



Penyelesaian:

Diketahui: L = 0.115 $R = 120 \Omega$

Ditanya:

a) Ketika arus telah mencapai nilai akhir, energi yang disimpan dalam induktor 0,260 J, berapa Ggl aki?

$$U = 1/2 L^2$$

$$P = 2U/L = (2)(0,26)/(0,115) ; i = 2,126 A$$

$$\varepsilon = iR = (2,126)(120) = 255,12 V$$

b. Setelah arus mencapai nilai akhir, S_1 dibuka dan S_2 ditutup, berapa waktu t yang diperlukan agar energi dalam induktor berkurang menjadi $U_t = 0.130$ J?

$$i = I_0 e^{-(R/L)t}$$
, $\tau = L/R$, $i = I_0 e^{-t/\tau}$
 $U_t = \frac{1}{2} L\hat{P}$, $\tau = 0.115/120 = 958 s$
 $= \frac{1}{2} L(I_0 e^{-t/\tau})^2$

$$= \frac{1}{2} L I_0^2 e^{-2t/\tau}$$

$$= U e^{-2t/\tau}$$

$$e^{-2t/\tau} = U_t / U = 0.13/0.26 = \frac{1}{2}$$

$$-2t/\tau = \ln \frac{1}{2} = -0.693$$
; $t = \frac{1}{2} \tau (0.693) = \frac{1}{2}(958)(0.693) = 3.32 \times 10^{-4} \text{ s}$

6.9 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. The earth's magnetic field, like any magnetic field, stores energy. The maximum strength of the earth's field is about $7 \times 10^{-5} T$. Find the maximum magnetic energy stored in the space above a city if the space occupies an area of $5 \times 10^8 \ m^2$ and has a height of 1500 m.

Answer:

Energi yang disimpan dalam medan magnet dapat diungkapkan sebagai

$$Energy_{storedB} = \frac{1}{2\mu_0} B^2 A L$$

Energy_{storedB} =
$$\frac{1}{2(4\pi \times 10^{-7} \frac{m}{A})} (7 \times 10^{-5} T)^2 (5 \times 10^8 m^2) (1500m)$$

$$Energy_{storedB} = 1.46 \times 10^9 J$$

2. Suppose you wish to make a solenoid whose self inductance is 1.4 mH. The inductor is to have a cross-sectional area of $1.2 \times 10^{-3} m^2$ and a length of 0.052m. How many turns of will are needed?

Answer:

$$L = \mu_0 n^2 A l = \mu_0 \left(\frac{N}{l}\right)^2 A l = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

Selesaikan untuk mendapat N

$$N^{2} = \frac{Ll}{\mu_{0}A} = \sqrt{\frac{Ll}{\mu_{0}A}} = \sqrt{\frac{(1.4 \times 10^{-3} H)(0.052m)}{(4\pi \times 10^{-7} T \frac{m}{A})(1.2 \times 10^{-3} m^{2})}}$$
$$= \sqrt{4827.8} = 219.7 = 220 turns$$

3. The secondary coil of step-up transformer provides the voltage that operates an electrostatic air filter. The turns ratio of the transformer is 50:1. The primary coil is plugged into a standard 120-V outlet. The current in the secondary coil is $1.7 \times 10^{-3} A$. Find the power consumed by the air filter.

Answer:

Daya ditemukan dari

$$P = iV$$

Karena filter udara terhubung ke gulungan sekunder, daya akan $P_{\rm s}=i_{\rm s}V_{\rm s}$

Hubungan antara rasio jumlah lilitan dan tegangan adalah

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{50 turns}{1 turns}$$

Jadi, selesaikan untuk V_S

$$V_S = \left(\frac{N_S}{N_P}\right) V_P$$

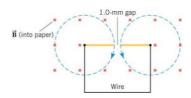
Jadi dayanya adalah

$$P_s = i_s V_s = i_s \left(\frac{N_s}{N_p}\right) V_P = (1.7 \times 10^{-3} A) \left(\frac{50}{1}\right) (120V)$$

= 10.2W

Latihan Soal Induksi dan Induktansi

- 1. A generating station is producing $1.2 \times 10^6 W$ of power that is to be sent to a small town located 7 km away. Each of the two wires that comprise the transmission line has a resitance per kilometre of $5 \times 10^{-2} \Omega/km$,
 - a) find the power used to heat the wires if the power is transmitted at 1200V
 - b) a 100:1 step-up transformer is used to raise the voltage before the power is transmitted. How much power is now used to heat the wires?
- 2. A flat circular coil with 105 turns, a radius of $4 \times 10^{-2} m$, and a resistance of 0.48Ω is exposed to an external magnetic field that is directed perpendicular to the plane of the coil. The magnitude of the external magnetic field is changing at rate of $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.783 \frac{T}{s}$, thereby inducing a current in the coil. Find the magnitude of the magnetic field at the center of the coil that is produced by the induced current.
- 3. Two 0.68 m long conducting rods are rotating at the same speed in opposite directions, and both are perpendicular to a 4.7 T magnetic field. As the drawing shows, the end of these rods come to within 1 mm of each other as they rotate. Moreover, the fixed ends about which the rods are rotating are connected by a wire, so these ends are at the same electric potential. Id a potential difference of 4,5 x 10³V is required to cause a 1mm spark in air, what is the angular speed (in rad/s) of the rods when a spark jumps across the gap?





BAB 7 OPTIK FISIK

7.1 INTERFERENSI

A. Prinsip

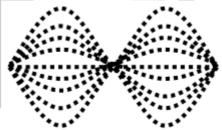
Superposisi gelombang harmonik bergantung pada beda fasa antar gelombang-gelombang.Beda fasa diakibatkan 2 hal yaitu : beda jarak tempuh dan pemantulan saat gelombang datang dari medium renggang ke rapat. Hasil superposisi berupa gelombang berdiri.

B. Syarat

Kedua sumber harus koheren (Kedua sumber cahaya mempunyai beda fase,frekuensi dan amplitude sama). Sumber harus mempunyai panjang gelombang tunggal (monokromatik).

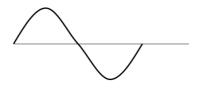
C. Gelombang Berdiri & Gelombang Berjalan

Gelombang berdiri



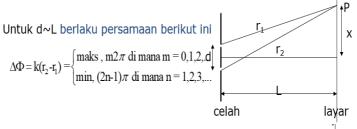
$$Y = A\sin(kx - \omega t) + A\sin(-kx - \omega t)$$

Gelombang berjalan



$$Y = A \sin(kx - \omega t)$$

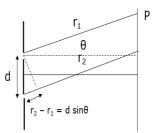
D. Interferensi Dua Gelombang (Pola Intensitas)



Untuk d << L ada sedikit pendekatan, karena r1 dan r2 relatif sejajar sehingga $r_2 - r_1 \approx d \sin \theta$.

Untuk $\theta \sim 0$, $\sin \theta \approx tg \theta = x/L$

$$d \sin \theta = \begin{cases} \text{maks}, \text{m} 2\lambda \text{ di mana m} = 0,1,2,... & d \\ \text{min}, \frac{(2n-1)\lambda}{2} \text{ di mana n} = 1,2,3,... & r_2 - r_1 = d \sin \theta \end{cases}$$



E. Interferensi Lapis Tipis

Persamaan Umum interferensi lapis maksimum tipis

$$\Delta S = 2nd \cos r = (2m+1) \lambda/2 = (m+1/2) \lambda$$

Persamaan Umum interferensi lapis Minimum tipis $2nd \cos r = m\lambda$

Dengan:

n = indeks bias lapisan tipis

d = tebal lapisan

r =sudut bias

m = orde interferensi (0, 1, 2, 3, ...)

 λ = panjang gelombang sinar

7.2 DIFRAKSI

- Difraksi merupakan pembelokan cahaya di sekitar suatu penghalang /suatu celah.
- interferensi cahaya gelombang berasal dari dua gelombang

- Pada interferensi intensitas pola gelap-terang dianggap sama besar
- Akan tetapi pada difraksi terlihat sekali distribusi intensitas yang sangat berbeda. Pada bagian terangnya jauh lebih terang daripada bayanganya.

Difraksi Fresnel: pola difraksi diamati di tempat yang tidak jauh dari sumber. Sinar yang terlibat dalam proses difraksi tidak sejajar.

Difraksi Fraunhofer: pola difraksi diamati di tempat yang jauh dari sumber. Sinar yang terlibat dalam proses difraksi semuanya sejajar.

	Letak sumber cahaya dan
Jarak sumber ke celah dan celah ke layar dekat berkas tidak perlu sejajar celah lebar dan tidak sempit Topik yang dibicarakan adalah difraksi oleh : 1. lubang bulat 2. celah persegi 3. penghalang berbentuk piringan 4. penghalang berbentuk lancip (tajam)	layar jauh sekali dari celah. Berkas yang memasuki celah harus sejajar dan yang keluar dari celah harus sejajar Topik yang akan dibicarakan adalah difraksi oleh 1. Celah tunggal (single slit) 2. Lubang bulat (circular aperture) 3. Dua celah sempit 4. Kisi (celah banyak)

Superposisi Destruktif (Pola Gelap)

Kondisi umum untuk superposisi destruktif: (m=±1, ±2, ±3, ..)

$$\sin\theta = m\frac{\lambda}{a}$$

Superposisi Konstruktif (Pola Terang)

Kondisi umum untuk superposisi konstruktif adalah: (m=0,±1, ±2, ±3, ..)

$$a\sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

7.3 DAYA URAI OPTIS

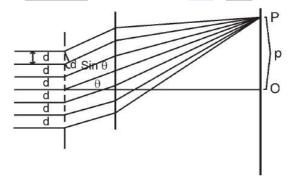
Kemampuan lensa atau sistem optik untuk memisahkan bayangan dari dua titik sumber cahaya yang terpisah satu sama lain pada jarak minimum (d_m) dengan panjang gelombang (Λ) . Dirumuskan sebagai berikut.

$$dm = 1,22 \frac{\lambda L}{D}$$

L = jarak sumber ke lubang

D = diameter lubang

7.4 DIFRAKSI PADA KISI



Dalam sebuah kisi, lebar celah dengan jarak antara dua celah sama apabila banyaknya goresan tiap satuan panjang dinyatakan dengan N, maka d = 1/N.

Di P terjadi garis terang jika :

$$d \sin \theta = n\lambda$$
$$p = \frac{n\lambda L}{d}$$
$$66$$

Di P akan terjadi garis gelap jika :

$$d \sin \theta = (2n + 1)^{\frac{1}{2}} \lambda$$
$$p = \frac{(2n + 1)\lambda L}{d}$$

d = lebar celah kisi (m)

 θ = sudut difraksi (derajat)

 λ = panjang gelombang cahaya (m)

n = orde difraksi

p = jarak garis gelap/terang ke terang pusat (m)

L = jarak layar ke kisi (m)

7.5 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. A plate glass window (n=1.5) has a thickness of $4 \times 10^{-3} m$. How long does it take light to pass perpendicularly through the plate.

Answer:

$$t = \frac{L}{v} = \frac{L}{\frac{C}{n}} = \frac{Ln}{c} = \frac{(4x10^{-3}m)(1.5)}{2.998x10^{8}\frac{m}{s}} = 2 \times 10^{-11}s$$

2. A layer of oil (n=1.45) floats on a unkown liquid. A ray of light originates in the oil and passes into unknown liquid. The angle of incidence is 64° and the angle of refraction is 53°. What is the index of refraction of the unknown liquid?

Answer:

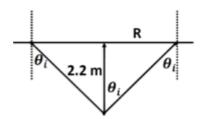
Hukum snell mengatakan:

$$n_{oil} \sin (\theta_{oil}) = n_{unknown} \sin (\theta_{unknown})$$

Selesaikan untuk index refraction cairan tidak diketahui

$$n_{unknown} = n_{oil} \left(\frac{\sin (\theta_{oil})}{\sin (\theta_{unknown})} \right) = (1.45) \left(\frac{\sin (64^{\circ})}{\sin (53^{\circ})} \right)$$
$$= 1.632$$

3. A point source of light is submerged 2.2 m below the surface of a lake and emits rays in all directions. On the surface of the lake, directly above the source, the area illuminated is a circle. What is the maximum radius that this circle could have?



Answer:

Radius maksimum ditentukan oleh sudut insiden, yang sama dengan sudut kritis. Sudut yang lebih besar dari itu, cahaya akan sepenuhnya terpantul secara internal. Jadi kita dapat menentukan sudut itu dari hukum Snell di mana sudut yang dibelokkan adalah 90°, dan kemudian menggunakan fungsi tangen

$$tan(\theta_c) = \frac{R}{d}$$

Jadi R adalah

$$R = d \tan (\theta_c)$$

Kita dapat mencari θ_c dengan

$$n_{air}sin (90^{\circ}) = n_{water}sin (\theta_c)$$

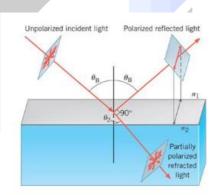
$$sin(\theta_c) = \frac{n_{air}sin(90^\circ)}{n_{water}} = \frac{1}{1,333} = 0.75$$

$$\theta_c = \sin^{-1}(0.75) = 48.6^{\circ}$$

$$R = dtan(\theta_c) = (2.2m)tan (48.6^\circ) = 2.5 m$$

Latihan Soal Optik Fisik

- 1. Light is reflected from a glass coffee table. When the angle of incidence is 56.7°, the reflected light is completely polarized parallel to the surface of the glass. What is the index of refraction of the glass?
- 2. Light is incidence from air onto the surface of a liquid. The angle of incidence is 53°, and the angle of refraction is 34°. At what angle of incidence would the refrected light be 100% polarized?
- 3. In figure, light strikes the surface of a liquid at the Brewster angle, and the reflected light is 100% polarized. Suppose the light orginates in air and the angle of refraction is $\theta_2=33.7^\circ$. find the value of the index of refraction n_2 of the liquid.





BAB 8 OPTIK GEOMETRI

8.1 SIFAT GELOMBANG CAHAYA

- 1. Dapat mengalami pemantulan (refleksi)
- 2. Dapat mengalami pembiasan (refraksi)
- 3. Dapat mengalami pelenturan (difraksi)
- 4. Dapat dijumlahkan (interferensi)
- 5. Dapat diuraikan (dispersi)
- 6. Dapat diserap oleh getarannya (polarisasi)
- 7. Bersifat sebagai gelombang dan partikel (dualisme cahaya)

8.2 HUKUM PEMANTULAN DAN PEMBIASAN

Pemantulan sempurna terjadi jika:

- Sinar datang dari medium rapat ke medium kurang rapat
- Sudut datang lebih besar dibandingkan dengan sudut batas

Rumus Indeks Bias:

$$n_{A-B} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{c_A}{c_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

CA = Cepat rambat cahaya di medium A

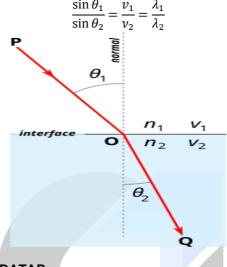
CB = Cepat rambat cahaya di medium B

 λ = Panjang gelombang

Hukum Snellius:

- Sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak dalam satu bidang datar
- Perbandingan proyeksi antara sinar datang dan sinar bias yang sama panjangnya pada bidang batas antara dua zat bening

selalu merupakan bilangan tetap. Perbandingan tetap ini disebut indeks bias antara kedua zat itu



8.3 CERMIN DATAR

Sifat Cermin Datar:

- 1. Bayangan pada benda akan terjadi tegak dan semu
- Bayangan semu merupakan bayangan yang bisa di lihat ke dalam cermin akan tetapi pada tempat bayangan tersebut tidak ditemukan cahaya pantul
- 3. Pada bayangan tersebut, besar dan tingginya sama dengan besar dan tinggi pada benda sebenarnya
- 4. Pada jarak bayangan benda sama dengan jarak benda dengan cermin
- 5. Pada bagian kanan bayangannya merupakan bagian kiri pada benda sebenarnya dan juga sebaliknya

Rumus jumlah bayangan cermin datar:

$$n = \frac{360}{\alpha} - 1$$

 α = sudut yang dibentuk oleh cermin

8.4 CERMIN CEKUNG

Sinar Istimewa cermin cekung:

- Sinar datang yang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus
- 2. Sinar datang yang melewati fokus akan dipantulkann sejajar dengan sumbu utama
- 3. Sinar datang yang melalui titik lengkung (R) akan dipantulkan kembali ke arah yang sama

Rumus fokus cermin cekung:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

f = fokus cermin

s = jarak benda dari cermin

s' = jarak bayangan dari cermin

Rumus perbesaran bayangan:

$$M = \frac{S'}{S} = \frac{h'}{h}$$

M = perbesaran

h' = tinggi bayangan benda

h = tinggi benda

Sifat Bayangan:

- Bila benda di ruang I, maka Bayangan di ruang II Maya, tegak, diperbesar
- Bila benda di ruang II, makaBayangan di ruang III, Nyata, terbalik, diperbesar
- Bila benda di ruang III, maka Bayangan di ruang II, Nyata, terbalik, diperkecil

8.5 CERMIN CEMBUNG

Sinar Istimewa:

- Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus
- Sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama
- Sinar datang melalui pusat kelengkungan cermin dipantulkan melalui titik itu juga

Sifat bayangan: Maya, Tegak, Diperkecil

Rumus fokus:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \text{atau} \quad \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}$$

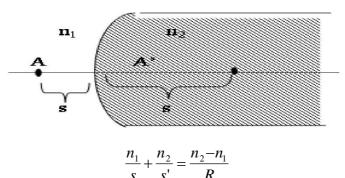
$$m = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

$$R = 2f$$

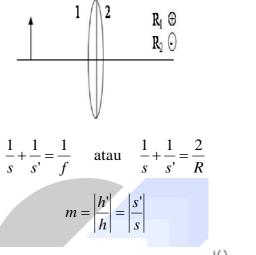
Cermin cekung R & f (+)

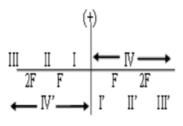
Cermin cembung R & f (-)

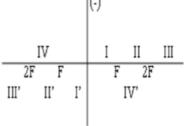
8.6 PEMBIASAN CAHAYA PADA LENSA Lensa Tebal



Lensa Tipis







- Nomor ruang benda + nomor bayangan = 5
- Nomor ruang benda < nomor bayangan → diperbesar
- Bayangan didepan lensa → maya tegak

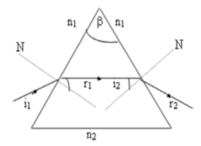
Persamaan bentuk lensa:

$$\frac{1}{f} = (\frac{n_2}{n_1} - 1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})$$

Kuat lensa:

$$P = \frac{1}{f}$$

8.7 PEMBIASAN CAHAYA PADA PRISMA



Sudut deviasi:

$$\delta = i_1 + r_2 - \beta$$
$$\beta = r_1 + i_2$$

Deviasi minimum:

$$i_1 = r_2 \text{ dan } r_1 = i_2$$

 $\beta \text{ sangat kecil (<15°)}$

$$\delta_m = (\frac{n_2}{n_1} - 1)\beta$$

Dispersi cahaya:

$$\varphi = \delta_u - \delta_m$$

 $\varphi = (n_u - n_m)\beta o$ prisma di udara, deviasi minimum, β kecil

8.8 ALAT OPTIK

A. Mata

- Bayangan dihasilkan oleh mata: nyata, terbalik, diminimalkan.
- Kekuatan akomodasi adalah kemampuan eyepiece untuk menebal atau tipis sesuai dengan jarak objek yang terlihat sehingga bayangan suatu benda jatuh tepat di retina.
- Rabun jauh (miopi): PR <∞
 <p>Titik jauh (PR) terbatas di depan sehingga tidak dapat melihat benda-benda yang jauh dengan jelas. Bayangan benda yang jauh di depan retina, jadi perlu menggunakan cekung (negatif).

$$P = \frac{-100}{PR}$$

Rabun dekat (hipermetropi)

Titik dekat lebih besar dari 25 cm di depan sehingga tidak dapt melihat benda-benda yang dekat dengan jelas. Bayangan benda yang dekat dengan mata jatuh di belakang retina, sehingga diperlukan posisi positif (cembung).

P lensa =
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$
 dioptri

Jika ingin melihat benda pada jarak 25 cm, maka:

$$P = 4 - \frac{100}{s_n}$$
 dioptri

Mata tua (Presbiopi)

Diakibatkan berkurangnya daya guna mata. Titik dekat mata lebih besar dari 25 cm dan titik terbatas terbatas di depan mata.

B. Lup

- Benda diletakkan di antara O dan F sehingga bayangan yang terbentuk di depan menempel pada maya, tegak, diperbesar.
- Perbesaran anguler Tak berakomodasi:

$$M = \frac{s_n}{f}$$

Berakomodasi:

$$M = \frac{s_n}{f} + 1$$

C. Mikroskop

- terdiri dari sebuah lensa cembung (lensa obyektif) dan sebuah lensa cembung (lensa okuler) dengan $f_{OB} < f_{OK}$
- Bayangan lensa obyektif: nyata, terbalik, diperbesar
- Bayangan akhir: maya, terbalik, diperbesar
- Perbesaran anguler:

$$M = M_{OB} \times M_{OK}$$

Tak berakomodasi:

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{s_n}{f_{ok}}$$

Berakomodasi:

$$\mathsf{M} = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left(\frac{s_n}{f_{ok}} + 1\right)$$

D. Teropong

- Teropong bintang, terdiri dari lensa cembung (lensa obyektif) dan lensa cembung (lensa okuler), dengan f_{OB} < f_{OK}
- Teropong panggung, terdiri dari lensa cembung (lensa obyektif) dan lensa cembung (lensa okuler)
- Teropong bumi, terdiri dari 3 lensa yang berfungsi sebagai lensa obyektif, lensa pembalik dan lensa okuler
- Prisma teropong, terdiri dari 2 lensa cembung dan prisma kaca
- Perbesaran bayangan:

$$M = f_{OB} / f_{OK}$$

Jarak antar lensa (panjang teropong):

$$d = f_{OB} + f_{OK}$$

Untuk teropong bumi:

d = Fokus objektiff + 4Ffokus perbaikan + fokus okuler

E. Proyektor

bekerja untuk memproyeksikan gambar tembus cahaya (diapositif) ke layar sehingga terlihat besar.

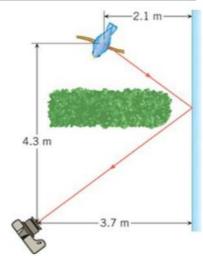
Jenisnya: slide proyektor, proyektor film dan Overhead Proyektor (OHP).

F. Periskop

Terdiri dari lensa positif sebagai lensa obyektif dan dua prisma siki-siku sama kaki dan satu lensa okuler. Periskop biasa digunakan untuk mengintai kapal-kapal musuh atau melihat benda di atas permukaan laut.

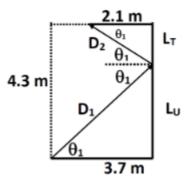
8.9 CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. You are trying to photograph a bird sitting on a tree branch, but a tall hedge is blocking your view. However, as the drawing shows, a plane mirror reflects light from the bird into your camera. For what distance must you set the focus of the camera lens in order to snap a sharp picture of the bird's image?



Answer:

Dari diagram di bawah ini menunjukkan sudut-sudut yang kita ketahui. Hukum pantulan membuat kedua yang di tengah θ_1 dan dua lainnya θ_1 ama dari sudut berselang pada garis-garis sejajar



Karena segitiga atas dan bawah memiliki tiga sudut yang sama, kita tahu

$$\frac{2.1m}{3.7m} = \frac{L_T}{L_U}$$

Dan

$$L_U + L_T = 4.3m$$

Kita bisa selesaikan salah satu dari persamaan tersebut

$$L_T = L_U \left(\frac{2.1m}{3.7m} \right) = 0.568 L_U$$

$$L_U + L_T = 4.3m = L_U + 0.568L_U$$

$$L_U(1.568) = 4.3m$$

$$L_U = \frac{4.3m}{1.568} = 2.74m$$

$$L_T = 0.568L_U = (0.568)(2.74m) = 1.56m$$

Jarak yang harus kita fokuskan pada kamera adalah jumlah dari kedua hipotenusa

$$f = D_1 + D_2$$

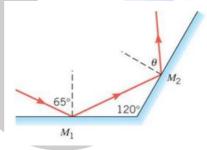
Kita mendapatkan hipotenusa ini dengan menggunakan dua sisi lainnya

$$D_1 = \sqrt{(2.1m)^2 + (1.56m)^2} = 2.62m$$

$$D_2 = \sqrt{(3.7m)^2 + (2.74m)^2} = 4.6m$$

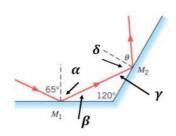
$$f = D_1 + D_2 = 2.62m + 4.6m = 7.22m$$

2. Two plane mirrors are separated by 120° , as the drawing illustrates. If a ray strikes mirror M_1 at a 65° angle of incidence, at what angle θ does it leave mirror M_2 ?



Answer:

Gambar di bawah ini memberi label pada beberapa sudut sehingga kita dapat membuat persamaan untuk menentukan sudut θ



Hukum pemantulan mengatakan:

$$\alpha = 65^{\circ}$$

$$\alpha + \beta = 90^{\circ}$$

$$\beta = 90^{\circ} - \alpha = 90^{\circ} - 65^{\circ} = 25^{\circ}$$

$$\beta + \gamma + 120^{\circ} = 180^{\circ}$$

$$\gamma = 180^{\circ} - 120^{\circ} - \beta = 60^{\circ} - 25^{\circ} = 35^{\circ}$$

$$\gamma + \delta = 90^{\circ}$$

$$\delta = 90^{\circ} - \gamma = 90^{\circ} - 35^{\circ} = 55^{\circ}$$

Sehingga, dengan hukum pemantulan didapat

$$\theta = \delta = 55^{\circ}$$

3. The drawing shows a laser beam shining on a plane mirror that is perpendicular to the floor. The beam angle of incidence is 33°. The beam emerges from the laser at a point that is 1.1m from the mirror and 1.8, above the floor. After reflection, how far from the base of the mirror does the beam strike the floor? Answer:

Untuk melihat sejauh mana dari atas cermin laser tersebut mengenai, kita dapat menggunakan fungsi tangen. Panjang sepanjang cermin adalah sisi berlawanan dari segitiga tangen, dan 1.1 m adalah sisi yang menyamping

$$tan (33^\circ) = \frac{opp}{adj} = \frac{d}{1,1m}$$

Selesaikan untuk d

$$d = (1.1m)tan (33^{\circ}) = 0.714 m$$

jadi tinggi di atas lantai h diberikan oleh

$$h = 1.8m - 0.71m - 1.09m$$

Jarak sepanjang lantai, sebut saja L, lagi-lagi berasal dari suatu tangen.

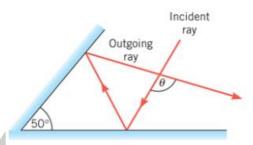
$$tan (33^{\circ}) = \frac{opp}{adj} = \frac{1.09m}{L}$$

$$L = \frac{1,09m}{\tan{(33^\circ)}} = 1.678 \, m$$



Latihan Soal Optik Geometri

1. The drawing shows two plane mirror that intersect at an angle of 50° . An incidence light ray reflects from one mirror and then the other. What is the angle θ between the incident and outgoing rays?



- A 2cm high object is situated 15 cm in front of a concave mirror that has a radius of curvature of 10 cm. using a ray diagram drawn to scale, measure
 - a) The location
 - b) The height of the image. The mirror must be drawns to scale
- 3. A convex mirror has a focal length of -40cm. a 12cm tall object is located 40cm in front of this mirror. Using a ray diagram drawn to scale, determine the
 - a) The location
 - b) Size the image. Note that the mirror must be drawn to scale

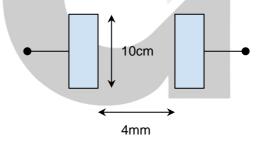
CONTOH SOAL UTS DAN PEMBAHASANNYA

- 1. (30%) Suatu kapasitor pelat sejajar dalam ruang vakum, memiliki area berupa bujursangkar dengan panjang sisinya 10 cm. Jarak antara kedua pelat sebesar 4 mm. Maka,
 - a) Buatlah sketsa kapasitor tersebut dan hitunglah besarnya kapasitansinya.
 - b) Jika ada suatu bahan dielektrik dengan konstanta dielektrik k = 2, memiliki dimensi 10 cm x 10 cm x 4 mm diletakkan diantara kedua pelat tersebut, maka buatlah sketsa kapasitor dan tentukan nilai kapasitansinya saat ini?
 - c) Jika bahan dielektrik seperti soal b), memiliki dimensi 10 cm x 10 cm x 3 mm diletakkan di antara kedua pelat tersebut, sehingga menempel pada salah satu pelatnya. Maka buatlah sketsa kapasitor dan tentukan besarnya energi yang tersimpan dalam kapasitor tersebut jika diterapkan tegangan sebesar 10 kV?

Penyelesaian:

Lebar kapasitor = 10 cm; panjang antar kapasitor = 4 mm; q = cv

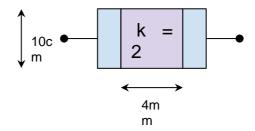
a. Sketsa kapasitor



Q = CV
$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

$$= \frac{(8.85 \times 10^{-12} (10 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-2}))}{(4 \times 10^{-3})} = 2.2125 \times 10^{-11} F$$

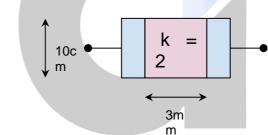
b. Sketsa Kapasitor



K =2

$$C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d} = \frac{2(8.85 \times 10^{-12})(10 \times 10^{-2})(10 \times 10^{-2})}{4 \times 10^{-3}}$$
$$= 4.425 \times 10^{-11} F$$

c. Sketsa Kapasitor



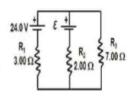
K = 2 karena bahan dielektrik sama seperti soal b)

$$C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d} = \frac{2(8.85 \times 10^{-12})(10 \times 10^{-2})(10 \times 10^{-2})}{3 \times 10^{-3}}$$
$$= 5.9 \times 10^{-11} F$$

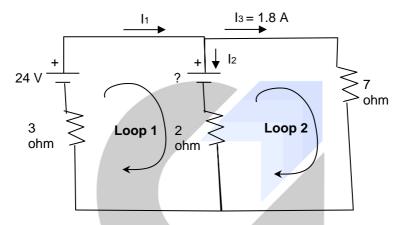
$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(5.9 \times 10^{-11})(10 \times 10^3)^2 = 2.95 \times 10^{-3}J$$

2. (20%) Perhatikan gambar di samping ini.

Dalam rangkaian tersebut menggunakan hukum kirchoof 2, hitung nilai ggl ϵ agar arus yang mengalir di R_3 sebesar 1,8 A!



Penyelesaian:



Hukum Kirchoff 1 = sum of all current leaving equals to sum of all current entering

$$\Sigma i_{entering} = \Sigma i_{leaving}$$

$$i_1 = i_2 + i_3$$

$$i_1 = i_2 + 1.8$$

Hukum Kirchoff 2 = Sum of all voltage in one loop equals to zero

$$\Sigma V = 0$$

Loop 1:

$$2I_2 + 3I_1 - 24 + \epsilon = 0$$
$$2I_2 + 3I_1 = 24 - \epsilon$$

Loop 2:

$$2I_2 + 3I_1 - 24 + \epsilon = 0$$
$$2I_2 + 3I_1 = 24 - \epsilon$$

Substitusi $i_1 = i_2 + 1.8$ ke dalam persamaan Loop 1:

$$2I_2 + 3(i_2 + 1.8) = 24 - \epsilon$$

$$5i_2 + 3(1.8) = 24 - \epsilon$$

$$5(\frac{7(1.8) - \epsilon}{2}) + 3(1.8) = 24 - \epsilon$$

$$5(7(1.8) - \epsilon) + 2(3)(1.8) = 2(24 - \epsilon)$$

$$63 - 5\epsilon + 10.8 = 48 - 2\epsilon$$

$$63 - 48 + 10.8 = 3\epsilon$$

$$\epsilon = \frac{63 + 10.8 - 48}{3} = 8.6 V$$

- (30%) Sebuah material konduktor elastis direntangkan menjadi sebuah loop melingkar dengan jari-jari
 10 cm. Loop tersebut diletakkan pada bidang yang tegak lurus dengan vektor medan listrik sebesar 9,7
 T. Ketika dikondisikan jari-jari menyusut dengan kecepatan 287,1 cm/s.
 - a) Berapa besar induksi emf/ggl pada loop tersebut?
 - b) Jika emf/ggl induksi yang dihasilkan sebesar 6,1246 V, berapa radius loop ketika variabel lainnya tidak mengalami perubahan?

Penyelesaian:

a) Radius r = 10 cm; B = 9.7 T; v = 287.1 cm/s

$$r = v.t$$

$$t = \frac{10}{287.1}$$

$$\epsilon = \frac{dB. A. \cos\theta}{dt} = \frac{\Delta B A \cos\theta}{\Delta t} = \frac{9.7(\pi)(10x10^{-2})^2 \cos 0^o}{\frac{10}{287.1}}$$

$$= 8.75 V$$

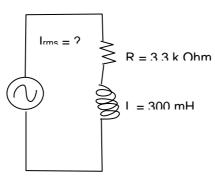
b) ϵ is directly proportional towards r^2

$$\frac{6.1246}{8.75} = \frac{r^2}{(10 \ x \ 10^{-2})^2} = 0.0837 \ m = 8.37 \ cm$$

- 4. (20%) Sebuah sumber tegangan AC dengan tegangan rms 220V dan frekuensi 50Hz dihubungkan dengan rangkaian LR yang terhubung secara serial.
 - a) Berapakah besar arus rms pada rangkaian LR tersebut jika nilai resistor R = 3,3 k Ω dan induktor L = 300 mH?
 - b) Berapakah pembacaan tegangan rms di R dan L?

Penyelesaian:

a) Rangkaian RL



$$f = 50 \, Hz$$

$$\omega = 2\pi f = 2 \, x \, 50\pi = 100\pi \, \text{rad/s}$$

$$V_{ac \, rms} = 220 \, V$$

$$V_{ac \, rms} = \frac{V max}{\sqrt{2}}$$

$$V_{max} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$$

$$(V_{max})^2 = (IR)^2 + (IX_L)^2$$

$$(220\sqrt{2})^2 = I^2((R)^2 + (IX_L)^2)$$

$$(220\sqrt{2})^2 = I^2((R)^2 + (X_L)^2)$$

$$(220\sqrt{2})^2 = I^2((3.3 \, x \, 10^3)^2 + (\omega L)^2)$$

$$(220\sqrt{2})^2 = I^2((3.3 \, x \, 10^3)^2 + (100\pi(300 \, x \, 10^{-3}))^2)$$

$$I^2 = \frac{(220\sqrt{2})^2}{((3.3 \, x \, 10^3)^2 + (100\pi(300 \, x \, 10^{-3}))^2}$$

$$I = \sqrt{\frac{(220\sqrt{2})^2}{((3.3 \, x \, 10^3)^2 + (100\pi(300 \, x \, 10^{-3}))^2}}$$

$$= 0.0942 \, A \, (this \, is \, I_{max})$$

$$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{rms} = \frac{0.0942}{\sqrt{2}} = 0.0666 \, A \approx 6.66 \, x \, 10^{-2} \, A$$

b) V rms pada R dan L

Pada R,

$$V_R = IR = 0.0942(3.3 \text{ x } 10^3) = 310.86 \text{ V}$$

$$V_{R rms} = \frac{310.86}{\sqrt{2}} = 219.81 \text{ V}$$

Pada L.

$$V_L = IX_L = 0.0942(100\pi(300 \text{ x } 10^{-3})) = 8.88 \text{ V}$$

$$V_{L rms} = \frac{8.88}{\sqrt{2}} = 6.28 \text{ V}$$

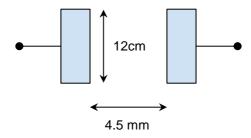
- 5. (30%) Suatu kapasitor pelat sejajar dalam ruang vakum, memiliki area berupa bujursangkar dengan panjang sisinya 12 cm. Jarak antara kedua pelat sebesar 4,5 mm. Maka,
 - a) Buatkan sketsa kapasitor tersebut dan hitunglah nilai kapasitansinya!
 - b) Jika ada suatu bahan dielektrik dengan konstanta dielektrik k = 3,4, memiliki dimensi 12 cm x 6 cm x 4,5 mm diletakkan di antara kedua pelat tersebut, maka buatlah sketsa kapasitor dan tentukan nilai kapasitansinya saat ini?
 - c) Dengan menggunakan hasil dari soal b), berapakah besarnya energi yang tersimpan dalam kapasitor tersebut jika diterapkan tegangan sebesar 10 kV!

Penyelesaian:

(mirip dengan nomor 1: tinggal disesuaikan saja nilai k dan d)

Lebar kapasitor = 12 cm; panjang antar kapasitor = 4.5 mm; q = cv

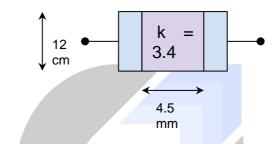
a) Sketsa kapasitor



Q = CV
$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

$$= \frac{(8.85 \times 10^{-12} (12 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-2}))}{(4.5 \times 10^{-3})} = 2.832 \times 10^{-11} F$$

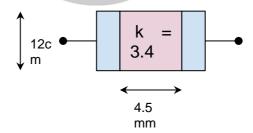
b) Sketsa Kapasitor



$$K = 3.4$$

$$C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d} = \frac{2(8.85 \times 10^{-12})(12 \times 10^{-2})(12 \times 10^{-2})}{4.5 \times 10^{-3}}$$
$$= 5.664 \times 10^{-11} F$$

c) Sketsa Kapasitor



K = 3.4 karena bahan dielektrik sama seperti soal b)

$$C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d} = \frac{2(8.85 \times 10^{-12})(12 \times 10^{-2})(12 \times 10^{-2})}{4.5 \times 10^{-3}}$$
$$= 5.664 \times 10^{-11} F$$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(5.664 \times 10^{-11})(10 \times 10^3)^2 = 2.832 \times 10^{-3}J$$

- 6. (20%) Perhatikan gambar di samping ini, dengan resistor R_1 = 8 Ω , R_2 = 12 Ω , R_3 = 4 Ω , dan emf baterai ideal ε = 24 V.
 - a) Berapa nilai R₄ ketika daya baterai mentransfer energi ke resistor sebesar 60 Watt?
 - b) Hitunglah nilai P_{min} dan P_{max}.



Penyelesaian:

a) Sketsa Rangkaian

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{x} + \frac{1}{4} = \frac{x + 12 + 3x}{12x} = \frac{4x + 12}{12x} = \frac{x + 3}{3x}$$

$$R_{total} = \frac{3x}{x + 3}$$

$$P = VI$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{60}{24} = 2.5 A$$

$$\Sigma V = 0$$

$$8(2.5) + 2.5(\frac{3x}{x + 3}) = 24$$

$$8(5) + 5(\frac{3x}{x+3}) = 2(24)$$

$$40 + \frac{15x}{x+3} = 48$$

$$\frac{15x}{x+3} = 48 - 40$$

$$\frac{15x}{x+3} = 8$$

$$15x = 8(x+3)$$

$$15x - 8x = 24$$

$$7x = 24$$

$$x = \frac{24}{7} = 3.43 \,\Omega$$

$$x = R_4 = 3.43 \,\Omega$$

b) Perhitungan Power pada rangkaian dc seri Pada rangkaian dc seri, power bersifat konstan, sehingga P_{min} = P_{max} pada rangkaian ini.

$$P = 60 W$$

- (30%) Sebuah kapasitor dengan C = 590 μF terhubung seri dengan induktor L = 0,33 H (hambatan-nya diabaikan). Ketika arus induktor = 2,5 A, laju arus di/dt -nya = 89 A/s. Selama terjadi osilasi tersebut :
 - a) Hitung tegangan maksimum kapasitor!
 - b) Hitung tegangan maksimum induktor dan kapan terjadinya.

Penyelesaian:

a) Q = CV : q = i.t

$$V_c = \frac{q}{C} = \frac{2.5(\frac{2.5}{89})}{590 \times 10^{-6}} = 119.0 \text{ V}$$

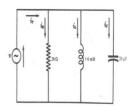
b) V = L.di/dt

$$V_L = L\frac{di}{dt} = 0.33(89) = 29.37 V$$

(20%) Suatu rangkaian paralel R, L dan C dikenakan suatu sumber AC yaitu :

$$V(t) = 100 \sin (1000 t + 50^{\circ}) \text{ Volt}$$

- a) Hitunglah arus-arus sesaat yang memasuki resistor, induktor dan kapasitor.
- b) Hitunglah arus sesaat yang diserahkan oleh sumber.



Penyelesaian:

a) Arus sesaat pada resistor, induktor, dan kapasitor

$$\omega = 2\pi f = 1000$$

$$I_R = \frac{V}{R}; I_L = \frac{V}{X_L}; I_C = \frac{V}{X_C}$$

$$X_L = \omega L; X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$I_R = \frac{100}{20} = 5A$$

$$I_L = \frac{100}{1000(1.6 \times 10^{-3})} = 62.5A$$

$$I_C = \frac{100(1000)(20\times10^{-6})}{1} = 2A$$

b) Arus sesaat yang diserahkan oleh sumber

$$I_{submber} = \sqrt{(I_R)^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{(5)^2 + (62.5 - 2)^2} = 60.71 A$$



CONTOH SOAL UAS DAN PEMBAHASANNYA

 (30%) Dua pulsa cahaya dikirim melalui lapisan plastik dengan ketebalan L atau 2L seperti yang ditunjukkan pada gambar dengan indeks bias n₁ = 1.3, n₂ = 1.50,

 $n_3 = 1.40$, $n_4 = 1.2$, $n_5 = 1.6$, $n_6 = 1.8$, dan $n_7 = 1.5$.

- a) Pulsa cahaya mana yang melewati plastik dalam waktu yang lebih singkat?
- b) Berapakah selisih waktu yang dibutuhkan pulsa cahaya 1 dan 2 untuk melewati lapisan plastik tersebut?

1-1-1-1-1-1-1			
n ₁	n ₂	n3	n,
n ₅	n ₆		n ₇
	n ₁	n ₁ n ₂	n ₁ n ₂ n ₃

Penyelesaian:

a) Snell's law

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$$

$$n = \frac{c}{V} = \frac{Speed\ of\ light\ in\ a\ vacuum}{Speed\ of\ light\ in\ a\ certain\ medium} = \frac{c\ (time)}{(distance)}$$

Pulsa Cahaya 1,

$$t_1 = \frac{n_1 L}{c} = \frac{1.3L}{c}$$

$$t_2 = \frac{n_2 L}{c} = \frac{1.5L}{c}$$

$$t_3 = \frac{n_3 L}{c} = \frac{1.4L}{c}$$

$$t_4 = \frac{n_4 L}{c} = \frac{1.2L}{c}$$

$$t_{total\;pulsa\;cahaya\;1} = \frac{5.4L}{c}$$

Pulsa Cahaya 2,

$$t_5 = \frac{n_5 L}{c} = \frac{1.6L}{c}$$
97

$$t_6 = \frac{2n_6L}{c} = \frac{3.6L}{c}$$

$$t_7 = \frac{n_7L}{c} = \frac{1.5L}{c}$$

$$t_{total\ pulsa\ cahaya\ 2} = \frac{6.7L}{c}$$

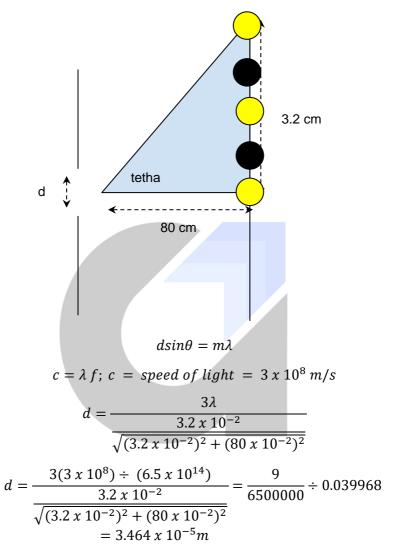
$$t_{total\;pulsa\;cahaya\;1} = \frac{5.4L}{c} < t_{total\;pulsa\;cahaya\;2} = \frac{6.7L}{c}$$

Dapat disimpulkan bahwa pulsa cahaya 1 lebih cepat daripada pulsa cahaya 2.

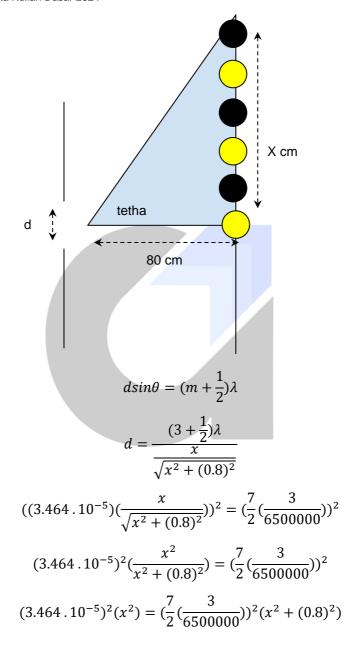
- b) $\Delta t = t_{total\ pulsa\ cahaya\ 1} = \frac{1.3L}{c}$
- 2. (20%) Suatu cahaya dengan frekuensi 6,5 x 10¹⁴ Hz melewati celah ganda dan ditangkap oleh suatu layar yang berjarak 80 cm dari celah berganda tersebut. Setelah diobservasi, ternyata pola terang ketiga terjadi pada jarak ± 3,2 cm dari pusat pola terang yang tertangkap pada layar.
 - a) Tentukan jarak antar kedua celah! (gunakan kecepatan cahaya 3 x 10⁸ m/s).
 - b) Hitunglah jarak pola gelap ketiga dari pusat pola terang yang tertangkap pada layar!

Penyelesaian:

a) Jarak antar kedua celah (maxima / bright fringes; m = 3)



b) Jarak pola gelap ketiga (minimum fringes / minima; m = 3)



$$(1.2 \cdot 10^{-9}x^{2}) = (\frac{7}{2}(\frac{3}{6500000}))^{2}(x^{2} + (0.8)^{2})$$

$$(1.2 \cdot 10^{-9}x^{2}) = (2.609 \cdot 10^{-12}x^{2}) + (1.67 \times 10^{-12})$$

$$(1.2 \cdot 10^{-9}x^{2}) - (2.609 \cdot 10^{-12}x^{2}) = 1.67 \times 10^{-12}$$

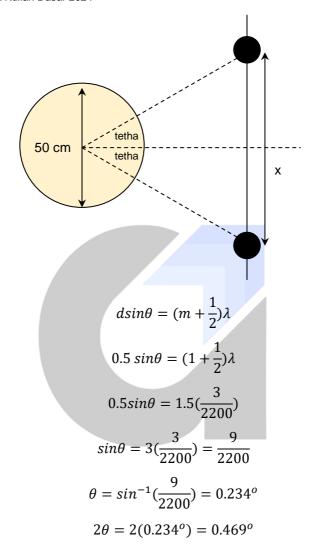
$$x^{2} = \frac{1.67 \times 10^{-12}}{1.19 \times 10^{-9}}$$

$$x = \sqrt{\frac{1.67 \times 10^{-12}}{1.19 \times 10^{-9}}} = 0.03746 \, m = 3.74 \, cm$$

- (30%) Radar bergelombang-milimeter membangkitkan berkas yang lebih kecil dibandingkan radar mikrogelombang konvensional, yang membuat radar ini kurang rentan terhadap rudal antiradar dibandingkan dengan radar konvensional.
 - a) Tentukanlah lebar sudut 2θ maksimum sentralnya, dari minimum pertama ke minimum pertama, yang dihasilkan oleh berkas radar 220 Ghz yang dipancarkan oleh antena melingkar berdiameter 50 cm. (Frekuensi dipilih agar berimpit dengan "jendela" atmosfer penyerapan-rendah)
 - b) Berapakah nilai 2θ untuk antena melingkar yang lebih konvensional berdiameter 2,3 m dan memancar pada panjang gelombang 1,5 cm?

Penyelesaian:

a) Minimum fringes / minima; m = 1



b)
$$dsin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

$$2.3 \sin\theta = (1 + \frac{1}{2})(1.5 \times 10^{-2})$$

$$102$$

$$2.3 \sin\theta = (1.5)(1.5 \times 10^{-2})$$

$$2.3 \sin\theta = 2.25 \times 10^{-2}$$

$$\sin\theta = \frac{2.25 \times 10^{-2}}{2.3}$$

$$\theta = \sin^{-1}(\frac{2.25 \times 10^{-2}}{2.3}) = 0.561^{\circ}$$

$$2\theta = 2(0.561^{\circ}) = 1.12^{\circ}$$

- 4. (20%) Sebuah objek setinggi 1,20 cm terletak 60,0 cm di sebelah kiri lensa cembung yang jarak fokusnya 40 cm. Lensa cembung kedua memiliki panjang fokus 65,0 cm, terletak 300,0 cm di sebelah kanan lensa pertama di sepanjang sumbu optik yang sama.
 - a) Tentukan letak dan tinggi bayangan (l₁) yang dibentuk oleh lensa pertama dengan jarak fokus 40,0 cm;
 - Bayangan I₁ tersebut adalah objek untuk lensa kedua. Tentukan lokasi dan ketinggian serta keadaan (tegak atau terbalik) bayangan yang dihasilkan oleh lensa kedua

Penyelesaian: a) Sketsa lensa cembung

Bila jarak kiri lensa akan dinotasikan negatif (-)

Maka jarak kanan lensa akan dinotasikan positif (+)

Khusus lensa cembung, nilai fokus positif. Kalau lensa cekung, nilai fokusnya negatif.

Rumus lensa cembung:

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{d_0} + \frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{40} = -\frac{1}{60} + \frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{40} = \frac{60 - d_i}{60d_i}$$

$$\frac{60d_i}{40} = \frac{60 - d_i}{1}$$

$$60d_i = -40d_i + 2400$$

$$60d_i + 40d_i = 2400$$

$$100d_i = 2400$$

$$d_i = 24 cm$$

$$\frac{height \ of \ image}{height \ of \ object} = \frac{distance \ of \ image}{distance \ of \ object}$$

$$\frac{height \ of \ image}{1.2} = \frac{300 - 24}{60}$$
height \ of \ image = 1.2(\frac{300 - 24}{60})

b) Sketsa lensa cembung

Rumus lensa cembung:

$$\frac{1}{65} = -\frac{1}{276} + \frac{1}{d_i}$$

= 5.52 cm (inverted; real; downward)

$$\frac{1}{65} = -\frac{1}{276} + \frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{65} = \frac{276 - d_i}{276d_i}$$

$$\frac{276d_i}{65} = \frac{276 - d_i}{1}$$

$$276d_i = -65d_i + 17940$$

$$276d_i + 65d_i = 17940$$

$$341d_i = 17940$$

$$d_i = 52.6 cm$$

$$\frac{height\ of\ image}{height\ of\ object} = \frac{distance\ of\ image}{distance\ of\ object}$$

= 1.052 cm (inverted; real; upward)

$$\frac{\textit{height of image}}{5.52} = \frac{52.6}{276}$$

$$\textit{height of image} = 5.52 \left(\frac{52.6}{276}\right)$$

- (30%) Laser digunakan untuk menahan manik-manik kaca bulat berwarna hitam agar tergantung seimbang melawan gravitasi bumi. Manik-manik hitam memiliki radius 0,5 mm dan massa jenisnya 0,2 g/cm3.
 - a) Tentukan intensitas radiasi yang diperlukan.
 - b) Berapa daya minimum laser tersebut.

Penyelesaian:

a) Intensitas radiasi

$$r=0.5\,x\,10^{-3}m;\,asumsi:manik$$
 — manik berbentuk sphere / bola
$$Volume\,bola\,=\,\frac{4}{3}\pi r^3$$

$$density = 0.2 g/cm^3 = mass / volume$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{velocity\ laser\ x\ massa\ manik\ - manik\ x\ gravity}{4\pi r^2}$$

$$= \frac{v(0.2\ x\ 10^6)(\frac{4\pi}{3})(0.5\ x\ 10^{-3})^3(10)}{4\pi (0.5\ x\ 10^{-3})^2}$$

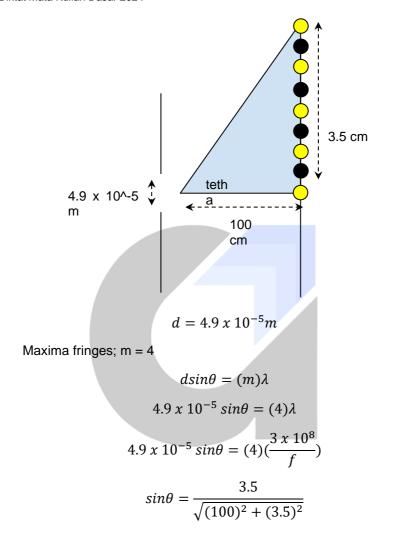
$$= \frac{1000v}{3}W/m^2$$

Note: velocity of laser is not given so we can assume that the velocity is a constant variable v

- b) Daya minimum laser
 Power = velocity of laser x massa manik-manik x gravity = 0.00105 W
- 6. (20%) Suatu cahaya melewati celah ganda yang memiliki jarak antar celah sebesar 4,9 x 10⁻⁵ m dan ditangkap oleh suatu layar yang berjarak 100 cm dari celah berganda tersebut. Setelah diobservasi, ternyata pola terang keempat terjadi pada jarak ±3,5 cm dari pusat pola terang yang tertangkap pada layar.
 - a) Tentukan besarnya frekuensi cahaya tersebut! (gunakan kecepatan cahaya 3 x 10⁸ m/s).
 - b) Hitunglah jarak pola gelap keempat dari pusat pola terang yang tertangkap pada layar.

Penyelesaian:

a) Frekuensi cahaya (c: 3 x 108 m/s)



Alhasil diperoleh frekuensi = 7.0 x 10¹⁴ Hz

b) Jarak pola gelap keempat dari pusat pola terang (minima fringes); m =4

$$dsin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

$$4.9 \times 10^{-5} \sin\theta = (4 + \frac{1}{2})\lambda$$

$$4.9 \times 10^{-5} \sin\theta = (4 + \frac{1}{2})(\frac{3 \times 10^{8}}{7.0 \times 10^{14}})$$

$$4.9 \times 10^{-5} (\frac{x}{1}) = (4.5)(\frac{3 \times 10^{8}}{7.0 \times 10^{14}}); \text{ asumsi } \sin\theta \approx \tan\theta$$

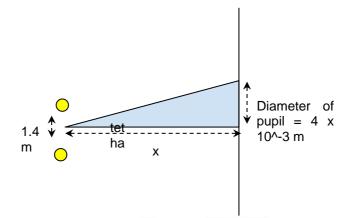
$$(4.9 \times 10^{-5})x = (4 + \frac{1}{2})(\frac{3 \times 10^{8}}{7.0 \times 10^{14}})$$

$$x = (4 + \frac{1}{2})(\frac{3 \times 10^{8}}{(4.9 \times 10^{-5})(7.0 \times 10^{14})}) = 0.0394 \text{ } m = 3.94 \text{ } cm$$

- 7. (30%) Kedua lampu depan mobil berjarak 1,4 m datang mendekati pengamat. Jika diameter pupil pengamat 4 mm dan panjang gelombang cahaya lampu adalah 600 nm. Agar pengamat dapat melihat kedua titik lampu tersebut, hitunglah :
 - a) sudut pemisahan.
 - b) jarak maksimum dalam km.

Penyelesaian:

a) Sudut pemisahan



d = 1.4 m

Maxima fringes; m = 1

$$dsin\theta = (m)\lambda$$

$$1.4 sin\theta = (1)(600 \times 10^{-6})$$

$$\theta = \sin^{-1}(\frac{(1)(600 \times 10^{-9})}{1.4}) = 0.0000245^{0}$$

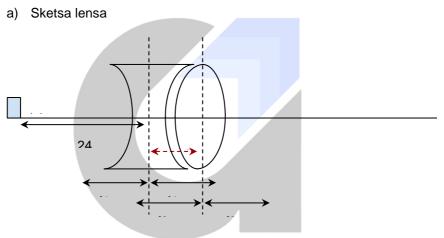
b) Jarak maksimum dalam km

$$tan\theta = \frac{4 \times 10^{-3}}{D}$$

$$D = \frac{4 \times 10^{-3}}{tan(0.0000245)} = 9333 \, m = 9.333 \, km$$

- (20%) Kombinasi dua lensa tipis dengan jarak fokusnya sama, yakni 12,0 cm, yang pertama divergen dan yang kedua konvergen, jarak antara keduanya 7,00 cm (Lensa divergen terletak di sebelah kiri).
 Sebuah benda yang tingginya 0,50 cm ditempatkan 24,0 cm di sebelah kiri lensa pertama (divergen).
 - a) Berapa jauh dari lensa pertama ini bayangan akhir yang terbentuk dan apakah bayangan terakhir nyata atau maya?
 - b) Berapa tinggi bayangan akhir dan apakah bayangan tegak atau terbalik?

Penyelesaian:



Khusus lensa cembung, nilai fokus positif. Kalau lensa cekung, nilai fokusnya negatif.

Rumus lensa cekung:

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d_i}$$
$$-\frac{1}{12} = \frac{1}{24} - \frac{1}{d_i}$$
$$-\frac{1}{12} = \frac{-24 + d_i}{24d_i}$$

$$-\frac{24d_i}{12} = \frac{-24 + d_i}{1}$$
$$-2d_i = d_i - 24$$
$$-3d_i = -24$$

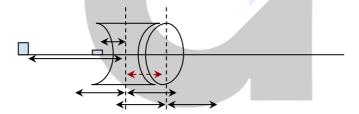
 $d_i = 8$ cm; behind concave lens and virtually upright

$$\frac{height\ of\ image}{height\ of\ object} = \frac{distance\ of\ image}{distance\ of\ object}$$

$$\frac{height\ of\ image}{0.5} = \frac{8}{24}$$

height of image = $\frac{8}{24}(0.5) = 0.167 \text{ cm}$; virtually upright

b) Tinggi bayangan akhir dan karakteristiknya



$$h_1 = 0.16 \ cm$$

Bila jarak kiri lensa akan dinotasikan negatif (-)

Maka jarak kanan lensa akan dinotasikan positif (+)

Khusus lensa cembung, nilai fokus positif. Kalau lensa cekung, nilai fokusnya negatif.

Rumus lensa cembung:

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{d_0} + \frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{12} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{12} = \frac{15 - d_i}{15d_i}$$

$$\frac{15d_i}{12} = \frac{15 - d_i}{1}$$

$$1.25d_i = -d_i + 15$$

$$1.25d_i + d_i = 15$$

$$2.25d_i = 15$$

$$d_i = 6.67 cm$$

$$\frac{height \ of \ image}{height \ of \ object} = \frac{distance \ of \ image}{distance \ of \ object}$$

$$\frac{height\ of\ image}{0.167} = \frac{6.67}{15}$$

$$height\ of\ image = 0.167(\frac{6.67}{15})$$

$$= 0.074\ cm\ (inverted;\ real;\ downward)$$

PEMBAHASAN LATIHAN SOAL

BAB 1

 Kerja yang dilakukan harus sama dengan perubahan energi potensial

Work =
$$U_A - U_B \rightarrow F\Delta x = U_A - U_B$$

$$F = \frac{U_A - U_B}{\Delta x} = \frac{9.0 \times 10^{-4} J}{(0.20m)} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ N (from A to B)}$$

Namun, kita tahu bahwa untuk suatu partikel dalam medan

listrik: F = qE
qE =
$$\frac{U_A - U_B}{\Delta x}$$
 \rightarrow E= $\frac{U_A - U_B}{q\Delta x}$
E = $\frac{9.0 \times 10^{-4} J}{(1.5 \times 10^{-6} C)(0.20 m)}$ = 3.0 x 10³ N/C

2.
$$\overline{F_{E-Total}} = \overline{F_{E-q1}} + \overline{F_{E-q2}}$$

$$\overline{F_{E-Total}} = 27 \text{ N } \widehat{Up}$$

$$\overline{F_{E-q1}} = \text{k } \frac{q_1 q}{y_{12}^2} \widehat{Up}$$

$$= (8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) \frac{(25.0 \times 10^{-6} \text{C})(8.4 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.22 \text{ m})^2} \widehat{Up}$$

$$\overline{F_{E-q1}} = 39.01 \text{ N } \widehat{Up}$$

Karena gaya dari muatan 1 lebih besar dari gaya total, muatan q_2 harus positif dan menciptakan gaya tolak atau ke bawah pada q.

$$\overrightarrow{F_{E-q2}} = k \frac{q_2 q}{y_2^2} \widehat{Up}$$

$$\overrightarrow{F_{E-Total}} = \overrightarrow{F_{E-q1}} + \overrightarrow{F_{E-q2}}$$

$$27 \text{ N } \widehat{Up} = 39 \text{ N } \widehat{Up} - k \frac{q_2 q}{y_2^2} \widehat{Up}$$

$$k \frac{q_2 q}{y_2^2} \widehat{Up} = 39 \text{ N } \widehat{Up} - 27 \text{ N } \widehat{Up} = 12 \text{ N } \widehat{Up}$$

$$q_{2} = \frac{(12 N)y_{2}^{2}}{kq}$$

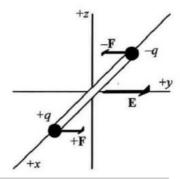
$$q_{2} = \frac{(12 N)(0.34 m)^{2}}{(8.99 \times 10^{9} \frac{Nm^{2}}{C^{2}})(8.4 \times 10^{-6} C)}$$

$$= \frac{1.3872 Nm^{2}}{7.5516 \times 10^{4} Nm^{2}/C} = 1.837 \times 10^{-5} C$$

$$q_{2} = 1.837 \times 10^{-5} C = 18.4 \mu C$$

$$q_{2} = +1.8 \times 10^{-5} C = +18 \mu C$$

3.

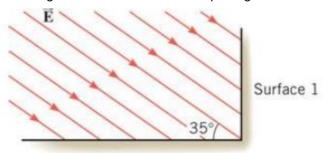


Kami memiliki batang panjang dan tipis dengan panjang L=4.0 m yang terletak sepanjang sumbu-x, dengan titik tengahnya di titik nol, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. The $+8.0\,\mu$ C Muatan titik terpasang pada satu ujung batang, dan $-8.0\,\mu$ C Muatan titik terpasang pada ujung lainnya. Selain itu, di seluruh bidang x, y terdapat medan listrik eksternal konstan dengan magnitudo $5.0~x~10^3~N/C~Y$ ang tegak lurus dengan batang. Tugas kita adalah menemukan besarnya gaya putar netto yang bekerja pada batang sehubungan dengan sumbu z.

1.
$$A = \pi r^2 = 3.14 \times 0,072^2 = 0,0163 \text{ m}^2$$

$$Φ = E \times A \times \cos \alpha \rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{\Phi}{E-A}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{82}{1.44 \times 10^4 \times 0.0163}\right) = 70.$$

2. Pertimbangkan sudut-sudut θ_1 and θ_2 pada gambar dibawah



Surface 2

 $\theta_1 = 35^{\circ}$ Karena sudutnya sama seperti 35° yang terlihat pada gambar

$$\theta_2 = 180^\circ - (35^\circ + 90^\circ) = 55^\circ$$

Sekarang fluks dihitung dari

$$\Phi_{E} = \vec{E} \times \vec{A} = EA \cos(\theta_{EA})$$

Jadi, untuk permukaan 1

$$\Phi_1 = EA_1 \cos(\theta_1) = \left(250 \frac{N}{c}\right) (1.7m^2) \cos(35^\circ) =$$

$$348.1 \, Nm^2/C$$

Dan untuk permukaan 2

$$\Phi_2 = EA_2 \cos(\theta_2)$$

$$= \left(250 \frac{N}{c}\right) (3.2m^2) \cos (55^\circ) = 458.9 \, Nm^2/C$$

$$\Phi_1 = 348.1 \frac{Nm^2}{C}$$

$$\Phi_2 = 458.9 Nm^2/C$$

3.



Gaya elektrostatik bersih yang bekerja pada perubahan A

$$F_A = \frac{kq^2}{d^2} + \frac{kq^2}{(2d)^2} - \frac{kq^2}{(3d)^2} = \frac{kq^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) = \frac{41kq^2}{36d^2}$$

Gaya elektrostatik bersih yang bekerja pada perubahan B

$$F_B = \frac{kq^2}{d^2} + \frac{kq^2}{(2d)^2} - \frac{kq^2}{d^2} = \frac{1kq^2}{4d^2}$$

Gaya elektrostatik bersih yang bekerja pada perubahan C

$$F_C = \frac{kq^2}{d^2} + \frac{kq^2}{(2d)^2} + \frac{kq^2}{d^2} = \frac{kq^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{4} + 1 \right) = \frac{9kq^2}{4d^2}$$

Gaya elektrostatik bersih yang bekerja pada perubahan D

$$F_D = \frac{kq^2}{d^2} + \frac{kq^2}{(2d)^2} + \frac{kq^2}{(3d)^2} = \frac{kq^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) = \frac{49kq^2}{36d^2}$$

Rasio dari gaya bersih yang terbesar terhadap yang terkecil

$$\frac{F_C}{F_B} = \frac{\left(\frac{9kq^2}{4d^2}\right)}{\frac{1kq^2}{4d^2}} = 9$$

1.

$$Power = \frac{work}{time} = -\frac{q\Delta V}{t} = -\frac{q(V_{-} - V_{+})}{t}$$

Ingatlah perubahan Δ adalah (akhir – awal). Kerja yang dilakukan oleh muatan tersebut saat bergerak dari terminal positif baterai ke terminal negatifnya. Oleh karena itu, mengapa $\Delta V = V_- - V_+$

Power =
$$-\frac{q(V_{-} - V_{+})}{t} = -\frac{(1200C)(0 - 290V)}{7s}$$

= $4.97 \times 10^{4} W = 66.6 hp$

2. Pergi dari A ke B, prinsip kelestarian energi berarti:

$$\Delta K = \frac{1}{2}m(v_{B1}^2 - v_A) = \frac{1}{2}mv_{B1}^2 = -\Delta U_{el} = -q\Delta V = -q(V_B - V_A)$$
$$\frac{1}{2}mv_{B1}^2 = -q(V_B - V_A) = q(V_B - V_A)$$

Selesaikan untuk v_{B1}

$$v_{B1} = \sqrt{\frac{2q(V_A - V_B)}{m}}$$

Sebagai contoh, pergi dari C ke B menghasilkan

$$\Delta K = \frac{1}{2}m(v_{B2}^2 - v_C^2) = \frac{1}{2}mv_{B2}^2 = -\Delta U_{el} = -q\Delta V = -q(V_B - V_C)$$
$$\frac{1}{2}mv_{B2}^2 = -q(V_B - V_C) = q(V_C - V_B)$$

Selesaikan untuk v_{B2}

$$v_{B2} = \sqrt{\frac{2q(V_C - V_B)}{m}}$$

Sekarang, gunakan fakta bahwa $v_{B2} = 2v_{B1}$

$$v_{B2} = \sqrt{\frac{2q(V_C - V_B)}{m}} = 2v_{B1} = 2\sqrt{\frac{2q(V_A - V_B)}{m}}$$
$$\sqrt{\frac{2q(V_C - V_B)}{m}} = 2\sqrt{\frac{2q(V_A - V_B)}{m}}$$

Kuadratkan kedua sisi

$$\frac{2q(V_C - V_B)}{m} = 4\frac{2q(V_A - V_B)}{m}$$

$$(V_C - V_B) = 4(V_A - V_B)$$

$$3V_B = 4V_A - V_C$$

$$V_B = \frac{4V_A - V_C}{3} = \frac{4(452 V) - 791V}{3} = \frac{1017V}{3} = 339V$$

$$V_B = 339V.$$

3. Dari materi tentang energy kita ketahui bahwa

$$\Delta K = K_B - K_A = -\Delta U_{el} = -q\Delta V = -q(V_b - V_A)$$

Selesaikan untuk q

$$q = -\frac{K_B - K_A}{V_B - V_A} = -\frac{7060eV - 9520eV}{27V - (-55V)} = -\frac{-2460 eV}{82V}$$
$$= 30 e x \frac{1.6 \times 10^{-19} C}{e}$$

$$q = 4.8 \times 10^{-18} C$$

Secara matematis, kita dapat melihat ini adalah muatan positif. Selain itu, karena energi kinetik berkurang saat partikel bergerak dari tegangan negatif ke tegangan yang lebih positif, menunjukkan bahwa energi diperlukan untuk berpindah ke tegangan yang lebih positif, yang sesuai dengan perilaku muatan positif.

$$q = +4.8 \times 10^{-18} C$$

1. Dari hukum Ohm kita dapat

$$R = \frac{V}{i} = \rho \frac{L}{A} = \rho_0 \left(1 + a(T - T_0) \right) \frac{L}{A}$$
$$\frac{V}{i} = \rho_0 \left(1 + a(T - T_0) \right) \frac{L}{A}$$

Selesaikan untuk mendapatkan L

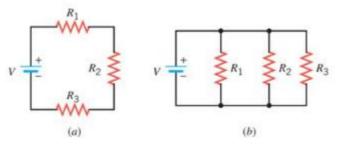
$$L = \frac{VA}{i\rho_0 (1 + a(T - T_0))} = \frac{V\pi R^2}{i\rho_0 (1 + a(T - T_0))}$$

$$L = \frac{(120V)\pi(0.075 \times 10^{-3}m)^2}{(1.5A)(5.6\times10^{-8}\Omega m)\left(1 + (4.5\times10^{-3}C^{-1})(1320C - 20C)\right)}$$

$$L = \frac{(2.121 \times 10^{-6} Vm^2)}{(1.5A)(5.6 \times 10^{-8} \Omega m)(6850)} = \frac{2.121 \times 10^{-6} Vm^2}{5.754 \times 10^{-7} Vm} = 3.686m$$

$$L = 3.7 \, m$$

2.



Rangkaian (a) adalah rangkaian seri, sehingga arusnya sama melalui ketiga resistor dan merupakan total arus melalui rangkaian yang dapat kita temukan dari hukum Ohm.

$$i_{1} = i_{2} = i_{3} = i_{total} = \frac{V_{total}}{R_{total}} = \frac{V_{total}}{R_{1} + R_{2} + R_{3}}$$
$$= \frac{24V}{50\Omega + 25\Omega + 10\Omega} = \frac{24V}{85\Omega} = 0.282A$$
$$= 282Ma$$

Sekarang kita temukan tegangan di setiap resistor menggunakan hukum Ohm. Kali ini gunakan formulir berikut:

$$V = iR$$

$$V_1 = i_1 R_1 = (0.282A)(50\Omega) = 14.1 V$$

$$V_2 = i_2 R_2 = (0.282A)(25\Omega) = 7.05V$$

$$V_3 = i_3 R_3 = (0.282A)(10\Omega) = 2.82V$$

Cek:

$$V_{total} = V_2 + V_2 + V_3 = 14.1 + 7.05 + 2.82 = 23.97V$$

Kesalahan pembulatan kecil karena arus tidak tepat 0.282 A Rangkaian (b) adalah rangkaian paralel sehingga tegangan pada setiap resistor sama dengan sumber daya listrik

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{total} = 24V$$

Sekarang kita temukan arus melalui setiap resistor juga menggunakan hukum Ohm. Kali ini gunakan rumus berikut

$$i = \frac{V}{R}$$

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{24V}{50\Omega} = 0.48 A$$

$$i_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{24V}{25\Omega} = 0.96 A$$

$$i_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{24V}{10\Omega} = 2.4A$$
120

Untuk rangkaina (a) kita dapat

$$i_1 = i_2 = i_3 = i_{total} = 0.282A = 282mA; V_1 = 14.1V; V_2 = 7.05V; V_3 = 2.82V$$

Untuk rangkaian (b) kita dapat

$$V_1 = V_2 = V_3 = 24V$$
; $i_1 = 0.48A$; $i_2 = 0.96A$; $i_3 = 2.4A$

.



1. Pertimbangkan Daya yang disampaikan oleh tangan sama dengan daya yang dikeluarkan oleh lampu, yang ditemukan dari:

$$P = iv$$

Kita mengetahui arus, dan kita mendapatkan tegangan karena setara dengan emf yang diinduksi di sepanjang batang

$$\varepsilon = BLv = (1.2T)(0.9m)\left(3.5\frac{m}{s}\right) = 3.78V$$

$$P = iv = (0.04A)(3.78V) = 0.1512 W$$

2. Emf yang diinduksi ditemukan dengan

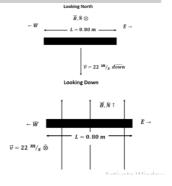
$$\varepsilon = BLv = (4.8 \times 10^{-5} T)(2m)(25 \frac{m}{s}) = 2.4 \times 10^{-3} V$$

Gunakan hukum gaya:

$$\overrightarrow{F_B} = \overrightarrow{qv} \times \overrightarrow{B}$$

Gaya ini akan mendorong muatan positif ke arah sisi pengemudi.

 Dua tampilan situasi ini ditunjukkan di bawah ini. Satu tampilan menghadap utara, yang lain menghadap ke bawah.



Emf yang diinduksi diberikan oleh

$$\varepsilon = BLv$$

Selesaikan untuk B

$$B = \frac{\varepsilon}{Lv} = \frac{6.5 \times 10^{-4} V}{(0.8m) \left(22 \frac{m}{s}\right)} = 3.69 \times 10^{-5} T$$

The magnetic force is still

$$\overrightarrow{F_B} = \overrightarrow{qv} \times \overrightarrow{B}$$

Di sini kita memiliki hasil perkalian silang, menggunakan arah pandangan ke bawah

$$\vec{v} \times \vec{B} = \bigotimes x \uparrow = \rightarrow$$

Jadi, ujung timur batang lebih positifas



 Daya untuk menghasilkan panas, yang juga disebut sebagai daya hilang atau pemanasan Joule, dinyatakan sebagai

$$P_{heat} = i^2 R$$

Arus dapat ditemukan dari

$$i = \frac{P}{V}$$

$$P_{heat} = i^2 R = \left(\frac{P}{V}\right)^2 R = \frac{P^2}{V^2} R$$

Resistor didapat

$$R = 2wires x \left(5 x 10^{-2} \frac{\Omega}{km}\right) (7km) = 0.7 \Omega$$

$$P_{heata} = \frac{P^2}{V^2} R = \frac{(1.2 \, X \, 10^6 W)^2}{1200 V} (0.7 \Omega) = 7 \, x \, 10^5 W$$

$$V_S = \left(\frac{N_S}{N_P}\right) V_P = \left(\frac{100}{1}\right) (1200V) = 1.2 \ x \ 10^5 V$$

$$P_{heatb} = \frac{P^2}{V^2} R = \frac{(1.2 \times 10^6 W)^2}{1.2 \times 10^5 V} (0.7\Omega) = 7 \times 10 W = 70W$$

Medan magnet di pusat kumparan ditemukan dari Hukum Ampere dan adalah

$$B_{induced} = N \frac{\mu_0 i_{induced}}{2r}$$

Arus yang diinduksi diperoleh dari Hukum Ohm

$$i_{induced} = \frac{\varepsilon_{induced}}{R}$$

Dan emf yang diinduksi diberikan oleh

$$\varepsilon_{induced} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = N\frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = NA\frac{\Delta B}{\Delta t} = N\pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{induced} = (105)\pi (4 \times 10^{-2}m)^2 \left(0.783\frac{T}{s}\right) = 0.4133 V$$

$$i_{induced} = \frac{\varepsilon_{induced}}{R} = \frac{0.4133V}{0.480\Omega} = 0.8610 A$$

$$B_{induced} = N\frac{\mu_0 i_{induced}}{2r} = \frac{(105)\left(4\pi \times 10^{-7}T\frac{m}{A}\right)(0.8610 A)}{2(4 \times 10^{-2}m)}$$

$$= 1.42 \times 10^{-3} T$$

3. Luas efektif yang dibentuk oleh batang untuk fluks magnetik adalah πL^2 Untuk setiap revolusi atau periode

$$\varepsilon_{induced} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = N\frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = B\left(\frac{\Delta A}{T}\right) = B\left(\frac{\pi L^2}{T}\right)$$

Kita mengabaikan tanda minus sekali lagi; ini terkait dengan polaritas, dan N adalah 1 di sini. Periode berkaitan dengan kecepatan sudut seperti

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

$$\varepsilon_{induced} = B\left(\frac{\pi L^2}{T}\right) = B\pi L^2\left(\frac{\omega}{2\pi}\right) = \frac{1}{2}BL^2\omega$$

Karena batang-batang berayun ke arah yang berlawanan, ujung bebas mereka akan memiliki polaritas yang berlawanan.

$$\Delta V = \varepsilon_{+} - \varepsilon_{-} = 2\left(\frac{1}{2}BL^{2}\omega\right) = BL^{2}\omega$$

Selesaikan untuk ω :

$$\omega = \frac{\Delta V}{BL^2} = \frac{4.5 \times 10^3 V}{(4.7 \text{ T})(0.68 \text{ m})^2} = 2.071 \times 10^3 \frac{rad}{s} = 2100 \text{ rad/ss}$$

1. Daya untuk menghasilkan

$$tan(\theta_B) = \frac{n_r}{n_i} = \frac{n_{glass}}{n_{gir}}$$

Selesaikan untuk index dari kaca:

$$n_{glass} = n_{air}tan(\theta_B) = (1)tan(56.7^\circ) = 1.522$$

Sudut Brewster untuk cahaya datar terpolarisasi 100% pada pantulan diberikan oleh

$$tan(\theta_B) = \frac{n_{air}}{n_i} = \frac{n_{liquid}}{n_{air}}$$

Hukum snell menyatakan

$$n_{air}sin(\theta_{air}) = n_{liquid}sin(\theta_{liquid})$$

Selesaikan untuk n_{liquid}

$$n_{liquid} = \frac{n_{air}(sin (\theta_{air}))}{sin (\theta_{liquid})} = (1) \left(\frac{sin (53^\circ)}{sin (34^\circ)}\right) = 1.428$$

Sekarang kita bisa mendapatkan sudut insiden polarisasi

$$tan(\theta_B) = \frac{n_{liquid}}{n_{air}} = \frac{1.428}{1} = 1.428$$

$$\theta_B = tan^{-1}(1.428) = 55^{\circ}$$

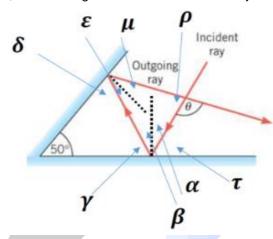
Sudut Brewster untuk cahaya datar terpolarisasi 100% pada pantulan diberikan oleh

$$tan(\theta_B) = \frac{n_r}{n_i} = \frac{n_{liquid}}{n_{qir}}$$

Kita tahu bahwa

$$\theta_B + \theta_r = 90^{\circ}$$
 $\theta_B = 90^{\circ} - \theta_r = 90^{\circ} - 33.7^{\circ} = 56.3^{\circ}$
 $n_{liquid} = tan(\theta_B) = tan(56.3^{\circ}) = 1.499$

1. Pertama, buatlah diagram lain dan identifikasi sejumlah sudut.



Hukum pemantulan memberikan 2 hubungan yaitu:

$$\alpha = \beta$$

Dan

$$\varepsilon = \mu$$

Kita tahu dua segitiga

$$180^{\circ} = \gamma + 50^{\circ} + \delta$$

Dan

$$180^{\circ} = 2\alpha + 2\varepsilon + \rho$$

Dan kita tahu

$$180^{\circ} = \rho + \theta$$

$$\theta = 180^{\circ} - \rho; \rho = 180^{\circ} - 2\alpha - 2\varepsilon \gg 180^{\circ} = 2(\alpha + \varepsilon)$$

 $\gg 180^{\circ} - 50^{\circ} = 130^{\circ} = \gamma + \delta$

$$\gamma = 90^{\circ} - \beta \gg 90^{\circ} - \alpha$$

Dan

$$\delta = 90^{\circ} - \varepsilon$$

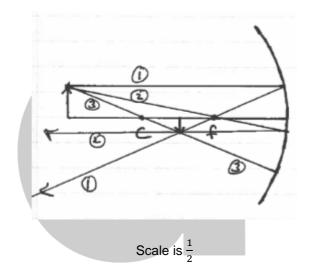
Sisipkan hubungan-hubungan ini
$$130^\circ = \gamma + \delta = (90^\circ - \alpha) + (90^\circ - \varepsilon) \gg 180^\circ - (\alpha + \varepsilon)$$

$$130^\circ = 180^\circ - (\alpha + \varepsilon) \gg (\alpha + \varepsilon) = 180^\circ - 130^\circ = 50^\circ$$

$$\rho = 180^\circ - 2(\alpha + \varepsilon) = 180^\circ - 2(50^\circ) = 80^\circ$$

$$\theta = 180^\circ - \rho = 180^\circ - 80^\circ = 100^\circ$$
 Didapat $\theta = 100^\circ$

2.



Dari persamaan cermin didapat

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

Akan dicari jarak gambar, i
$$\frac{1}{i} = \frac{2}{R} - \frac{1}{o} = \frac{2}{10cm} - \frac{1}{15cm} = \frac{6-2}{30cm} = \frac{4}{30cm} = \frac{2}{15cm}$$

$$i = \frac{15cm}{2} = 7.5cm$$

Kita bisa dapatkan tinggi dari

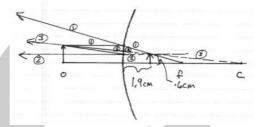
$$\frac{h_i}{h_0} = -\frac{i}{o}$$

Selesaikan untuk tinggi gambar

$$h_i = h_o = \left(-\frac{i}{o}\right) = (2cm)\left(-\frac{7.5cm}{15cm}\right) = -1cm$$

Tanda negative menandakan gambar terbalik

3.



Scale = 1cm draw = 10 cm real

Dari persamaan cermin didapat

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

Selesaikan jarak gambar, i

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{o} = \frac{1}{-40cm} - \frac{1}{40cm} = \frac{-1 - 1}{40cm} = -\frac{2}{40cm} = -\frac{1}{20cm}$$
$$i = -20cm$$

Tanda minus menunjukkan gambar berada di belakang cermin.

$$\frac{h_i}{h_0} = -\frac{1}{o}$$

Selesaikan tinggi gambar

$$h_i = h_o\left(-\frac{i}{o}\right) = (12cm)\left(-\frac{-20cm}{40cm}\right) = 6cm$$

Ketidakadaan tanda minus menunjukkan bahwa gambar tegak lurus atau sejajar

