

2 Gelombang Elektromagnetik

Kompetensi Dasar

- Melakukan kajian ilmiah untuk mengenali gejala dan ciri-ciri gelombang elektromagnetik dan penerapannya.

Indikator

- Menjelaskan aplikasi efek Doppler seperti pada radar
- Memformulasikan peristiwa interferensi cahaya pada celah ganda
- Mengukur panjang gelombang masing-masing komponen cahaya Natrium dengan menggunakan difraksi cahaya oleh kisi difraksi
- Menjelaskan peristiwa fisika yang dapat menyebabkan peristiwa polarisasi cahaya

PENDALAMAN MATERI

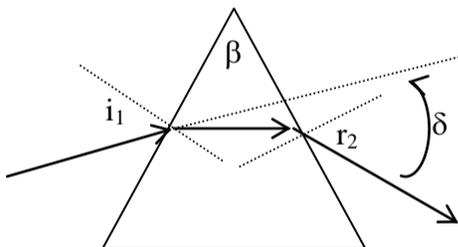
A. PERSAMAAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

B. DISPERSI CAHAYA

Dispersi adalah peristiwa terurainya cahaya putih yang melewati sebuah prisma menjadi spectrum warna (Mejikuhibiniu). Dispersi terjadi akibat perbedaan indeks bias prisma terhadap masing-masing warna.

Sudut Deviasi

Jika cahaya merambat melalui prisma akan mengalami dua kali pembiasan, yaitu saat masuk dan saat keluar dari prisma.



Sinar datang pada prisma dengan sudut datang i_1 dan dibiaskan oleh permukaan pertama prisma dengan sudut bias r_1 . Sinar bias ini akan diteruskan menuju permukaan kedua prisma dengan sudut datang i_2 dan dibiaskan oleh permukaan kedua prisma dengan sudut bias r_2 . Jika sudut puncak (sudut pembias) prisma β , maka :

$$\beta = r_1 + i_2$$

Jika sinar datang dengan sinar yang keluar prisma diperpanjang, maka kedua sinar akan membentuk sudut deviasi. Besarnya sudut deviasi pada prisma adalah :

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

Deviasi minimum terjadi jika sudut i_1 sama dengan sudut r_2 , sehingga besarnya sudut deviasi minimum adalah :

$$\delta_{\min} = 2i_1 - \beta = 2r_2 - \beta$$

$$r_1 = \frac{1}{2}\beta$$

$$i_1 = \frac{1}{2}(\beta + \delta_{\min})$$

Jika indeks bias prisma = n_p dan indeks bias medium = n_m , maka sesuai hukum Snellius diperoleh :

$$n_m \cdot \sin i_1 = n_p \cdot \sin r_1$$

$$n_m \cdot \sin \frac{1}{2}(\beta + \delta_{\min}) = n_p \cdot \sin \frac{1}{2}\beta$$

Jika sudut pembias prisma β sangat kecil ($\beta < 15^\circ$), maka :

$$\delta_{\min} = \left(\frac{n_p}{n_m} - 1 \right) \cdot \beta$$

β = sudut pembias prisma

i = sudut datang cahaya

r = sudut bias

δ = sudut deviasi

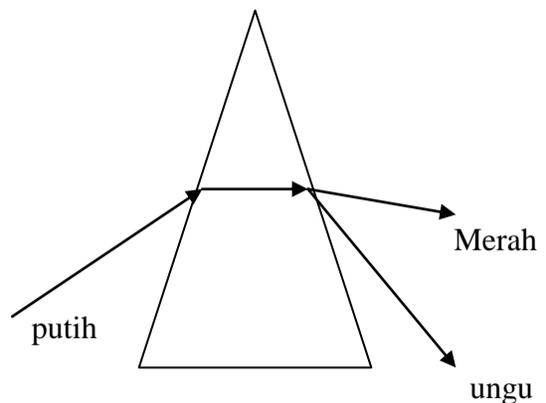
δ_{\min} = sudut deviasi minimum

n_p = indeks bias prisma

n_m = indeks bias medium tempat prisma

Sudut Dispersi

Cahaya putih yang dilewatkan prisma akan diuraikan menjadi spectrum warna, yaitu warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu, sehingga cahaya putih disebut dengan cahaya *polikromatik*, karena merupakan gabungan dari berbagai warna. Sedangkan cahaya yang terdiri dari hanya satu warna disebut cahaya *monokromatik*.



Warna ungu akan memiliki sudut deviasi (penyimpangan) yang lebih besar dari warna merah. Selisih antara sudut deviasi warna ungu dan merah merupakan sudut dispersi cahaya.

$$D = \delta_u - \delta_m = (n_u - n_m)\beta$$

D = sudut dispersi

δ_u = sudut deviasi warna ungu

δ_m = sudut deviasi warna merah

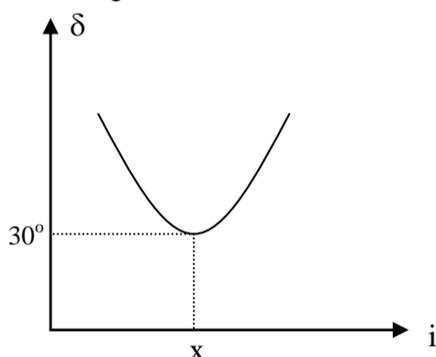
n_u = indeks bias warna ungu

n_m = indeks bias warna merah.

Dari urutan spectrum warna, maka diperoleh sifat jika *sudut deviasi semakin besar, maka indeks bias warna semakin besar, frekuensi semakin besar, panjang gelombangnya semakin kecil, energinya semakin besar.*

Uji Kompetensi

- Seberkas sinar dengan sudut datang 45° melewati suatu prisma sama sisi yang berada di udara dan terjadi deviasi minimum. Tentukan :
 - sudut deviasi minimum
 - indeks bias prisma
- Prisma yang sudut pembiasnya 60° dan indeks biasnya 1,5 terletak di udara ($n=1$). Hitung sudut deviasi minimum prisma !
- Sebuah prisma indeks biasnya $\sqrt{3}$ sudut puncaknya 60° terletak di udara. Cahaya kuning datang pada prisma dengan sudut 60° . Tentukan sudut deviasi prisma !
- Sebuah sinar jatuh pada sisi AB sebuah prisma segitiga sama sisi ABC yang indeks biasnya $\sqrt{2}$, masuk ke dalam prisma lalu menumbuk sisi AC. Tentukan sudut deviasi minimum prisma !
- Dalam suatu percobaan digunakan prisma yang sudut puncaknya 10° . Sinar dijatuhkan pada sisi prisma. Sinar datang diurur sedemikian rupa sehingga sudut datang sinar sama dengan sudut bias keluar prisma. Ternyata sudut deviasi saat itu diukur 6° . Tentukan besarnya indeks bias prisma yang digunakan !
- Diketahui grafik berikut :



Jika grafik tersebut hasil dari percobaan dengan prisma yang sudut puncaknya 50° , tentukan nilai dari x ?

- Berapa sudut dispersi yang terjadi antara garis spectrum merah dan ungu prisma kaca kerona yang memiliki sudut pembias 15° , jika indeks bias cahaya merah dan ungu masing-masing 1,52 dan 1,54 !.

C. INTERFERENSI CAHAYA

Interferensi cahaya adalah perpaduan dua gelombang cahaya. Jika dua cahaya bersifat koheren artinya memiliki frekuensi dan amplitudo sama serta beda fase tetap, maka hasil interferensinya berupa pola terang (interferensi maksimum) dan pola gelap (interferensi minimum).

Interferensi Celah Ganda

Interferensi celah ganda dianalisis dengan menggunakan percobaan Young. Cahaya yang berasal dari sumber cahaya dilewatkan dua celah, sehingga kedua celah berinterferensi menghasilkan garis-garis terang dan gelap saling bergantian pada layar. Interferensi terjadi jika beda lintasan antara cahaya yang melalui kedua celah berbeda lintasan sebesar $d \cdot \sin \theta$.

- Interferensi maksimum (konstruktif)** terjadi terang jika kedua cahaya memiliki fase sama atau beda sudut fasenya $0, 2\pi, 4\pi, 6\pi$ rad, yaitu ketika beda lintasannya nol atau kelipatan dari panjang gelombang. Jadi interferensi maksimum terjadi jika :

$$\Delta\theta = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots = 2k \cdot \pi \text{ rad}$$

atau

$$\Delta s = (2k) \cdot \frac{1}{2} \lambda$$

sehingga :

$$d \cdot \sin \theta = (2k) \cdot \frac{1}{2} \lambda \text{ atau } \frac{d \cdot y}{l} = (2k) \cdot \frac{1}{2} \lambda$$

$$k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

$\Delta\theta$ = beda sudut fase (rad)

Δs = beda lintasan (m)

λ = panjang gelombang cahaya (m)

d = jarak antar celah (m)

θ = sudut simpangan (deviasi)

y = jarak terang ke-k dengan terang pusat

l = jarak antara celah dengan layar (m)

$k = 0$ untuk terang pusat

$k = 1$ untuk terang orde ke-1

$k = 2$ untuk terang orde ke-2, dst.

- Interferensi minimum (destruktif)** menghasilkan pola / pita gelap dan akan terjadi jika kedua gelombang berlawanan fase atau berbeda sudut fase sebesar $\pi, 3\pi, 5\pi$ rad, ..., yaitu ketika beda lintasannya sama dengan bilangan ganjil kali setengah panjang gelombang.

Jadi interferensi minimum terjadi jika :

$$\Delta s = (2k - 1) \cdot \frac{1}{2} \lambda$$

sehingga :

$$d \cdot \sin \theta = (2k - 1) \cdot \frac{1}{2} \lambda \text{ atau}$$

$$\frac{d \cdot y}{l} = (2k - 1) \cdot \frac{1}{2} \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, 4, \dots$$

y = jarak gelap ke-k dengan terang pusat
 k = 1 untuk gelap ke-1
 k = 2 gelap ke-2, dst.

Jarak antara dua garis terang maupun dua garis gelap yang berurutan (berdekatan) adalah sama, yaitu dengan $n = 1$, dan dihitung dengan persamaan :

$$\frac{d \cdot \Delta y}{l} = \lambda$$

Δy = jarak antara dua terang berdekatan atau jarak antara dua gelap berdekatan.
 Jadi jarak antara pita gelap dengan pita terang berdekatan adalah $\frac{1}{2} \lambda$.

Interferensi Lapisan Tipis (Materi Pengayaan)

Interferensi pada lapisan tipis terjadi pada embun atau gelembung air sabun yang terkena sinar matahari, atau lapisan tipis minyak tanah yang tumpah di atas air sehingga memancarkan warna-warna cahaya tertentu.

- Interferensi maksimum (terang) terjadi jika:

$$2 \cdot n \cdot d \cdot \cos r = (k - \frac{1}{2}) \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, 4, \dots$$

- Interferensi minimum (gelap) terjadi jika :

$$2 \cdot n \cdot d \cdot \cos r = k \cdot \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, 4, \dots$$

n = indeks bias lapisan
 d = tebal lapisan selaput (m)
 r = sudut bias cahaya pada lapisan
 k = orde terang atau gelap
 λ = panjang gelombang cahaya

Interferensi pada Cincin Newton (Materi pengayaan)

Cincin Newton merupakan pola interferensi berupa lingkaran gelap dan terang secara berurutan. Cahaya datang tegak lurus pada system optik yang terdiri dari lensa plan konveks yang diletakkan diatas kaca planparalel.

- Interferensi maksimum terjadi jika :

$$r_t^2 = (k - \frac{1}{2}) \lambda \cdot R$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

- Interferensi minimum terjadi jika :

$$r_g^2 = k \cdot \lambda \cdot R$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

r_t = jari-jari lingkaran terang ke-k
 r_g = jari-jari lingkaran gelap ke-k
 R = jari-jari lensa plankonveks

D. DIFRAKSI CAHAYA

Difraksi cahaya adalah peristiwa pelenturan cahaya ketika melewati suatu celah sempit sehingga gelombang cahaya tampak melebar pada tepi celah.

Difraksi pada Celah Tunggal

Cahaya dilewatkan pada sebuah celah sehingga pada layar terjadi pola difraksi berupa garis-garis terang dan gelap.

- Difraksi maksimum (terang) terjadi jika:

$$d \cdot \sin \theta = (k - \frac{1}{2}) \cdot \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

- Difraksi minimum (gelap) terjadi jika:

$$d \cdot \sin \theta = k \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

Difraksi Pada Celah banyak (kisi)

Kisi merupakan peralatan yang memiliki banyak celah.

Pola difraksi pada kisi sama dengan pola interferensi pada celah ganda, yaitu :

- Pola difraksi maksimum, terjadi jika :

$$d \cdot \sin \theta = k \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

- Pola difraksi minimum, terjadi jika :

$$d \cdot \sin \theta = (k - \frac{1}{2}) \lambda$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

d = tetapan kisi / jarak antar celah kisi

$$d = \frac{1}{N}$$

N = banyak celah per satuan panjang

Pengaruh Difraksi Pada Perbesaran Optik (Materi Pengayaan)

Alat optik memiliki diafragma (bukaan cahaya) berupa lingkaran sempit yang mengurangi kemampuan pemisahan bayangan dari alat optik. Semakin besar difragma, semakin besar daya urai alat optik.

Daya urai atau batas resolusi alat optik adalah kemampuan alat optik untuk menghasilkan bayangan yang terpisah dari dua benda yang berdekatan. Besarnya daya urai alat optik adalah :

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

d_m = daya urai alat optik (m)
 L = jarak benda dengan alat optik (m)
 D = diameter bukaan alat optik (m)

Kriteria Rayleigh menyatakan bahwa dua benda titik dapat dipisahkan oleh alat optik jika pusat pola difraksi benda titik pertama berimpit dengan pita gelap ke-1 pola difraksi benda kedua. Besarnya sudut pemisahan atau sudut resolusi minimum yang memenuhi kriteria Raleigh adalah :

$$\theta_m = \frac{d_m}{L} = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D}$$

θ_m = sudut resolusi minimum (rad)

E. POLARISASI CAHAYA (Materi Pengayaan)

Polarisasi adalah peristiwa terserapnya sebagian arah getar gelombang sehingga hanya tinggal memiliki satu arah getar saja. Peristiwa interferensi dan difraksi dapat dialami oleh gelombang transversal maupun gelombang longitudinal, tetapi polarisasi hanya dialami gelombang transversal seperti cahaya. Jika suatu gelombang hanya memiliki satu arah getar, maka disebut gelombang terpolarisasi. Cahaya dapat terpolarisasi karena peristiwa pemantulan, pembiasan dan pemantulan, bias kembar, absorpsi selektif dan hamburan.

Polarisasi Karena Pemantulan

Sinar yang datang pada cermin datar dengan sudut i akan menghasilkan sinar pantul yang terpolarisasi dengan sudut pantul r . Besarnya $i = r$. (ingat peristiwa pemantulan bab 1).

Polarisasi Karena Pembiasan dan Pemantulan

Cahaya datang dengan sudut datang i dari medium yang indeks biasnya n_1 menuju medium yang indeks bias n_2 , maka sebagian cahaya akan dipantulkan dan sebagian lagi dibiaskan. Jika antara cahaya pantul dan cahaya bias saling tegak lurus, maka dikatakan cahaya pantul terpolarisasi sempurna. Sudut datang seperti ini disebut dengan sudut polarisasi i_p atau sudut Brewster. Besarnya sudut polarisasi dihitung dengan formulasi :

$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

i_p = sudut polarisasi
 n_1 = indeks bias medium 1
 n_2 = indeks bias medium 2

Polarisasi Karena Bias Kembar (Ganda)

Pembiasan ganda dialami cahaya jika cahaya masuk ke medium yang memiliki dua indeks bias, seperti kalsit dan kuarsa, sehingga sinar bias pun menjadi dua, yaitu sinar biasa tak terpolarisasi dan sinar istimewa terpolarisasi.

Polarisasi Karena Absorpsi Selektif

Polarisasi dengan penyerapan selektif diperoleh dengan memasang dua buah Polaroid, yaitu polarisator dan analisator. Polarisator berfungsi untuk menghasilkan cahaya terpolarisasi linier dari cahaya tak terpolarisasi. Cahaya yang dilewatkan oleh polarisator adalah cahaya terpolarisasi vertikal, sedangkan cahaya terpolarisasi horizontal akan diserap polarisator.

Intensitas sinar terpolarisasi dari polarisator sama dengan setengah dari sinar tak terpolarisasi.

$$I_1 = \frac{1}{2} I_o$$

I_1 = intensitas cahaya terpolarisasi atau –
 Intesitas cahaya keluar polarisator
 I_o = intensitas cahaya mula-mula atau
 Intensitas cahaya masuk polarisator.

Cahaya terpolarisasi dari polarisator diteruskan masuk ke analisator. Analisator berfungsi untuk menganalisis sinar yang dilewatkan polarisator. Analisator mengubah arah polarisasi dan mengatur besar intensitas cahaya yang akan diteruskan ke pengamat. Analisator memutar arah polarisasi dengan sudut θ melawan putaran jarum jam. Menurut Hukum Malus cahaya yang keluar dari analisator adalah I_2 yang besarnya :

$$I_2 = I_1 \cdot \cos^2 \theta = \frac{1}{2} I_o \cdot \cos^2 \theta$$

I_2 = intensitas cahaya keluar dari analisator.
 θ = sudut antara sumbu analisator dengan sumbu polarisator.

Pemutaran Bidang Polarisasi

Jika gelombang cahaya terpolarisasi melewati zat optik aktif misalnya larutan gula pasir, maka arah polarisasi dapat berputar. Besarnya sudut perubahan arah polarisasi cahaya θ sebesar :

$$\theta = c \cdot \alpha \cdot l$$

θ = sudut perubahan arah polarisasi ($^\circ$)
 c = konsentrasi larutan (%)
 α = sudut putar larutan ($^\circ/m$)
 l = panjang larutan (m)

F. EFEK DOPPLER PADA GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK (Materi Pengayaan)

Gelombang elektromagnetik (cahaya) tidak perlu medium untuk merambat. Efek Doppler pada gelombang elektromagnetik dinyatakan dengan persamaan :

$$f = f_0 \sqrt{\frac{1 \pm \frac{v}{c}}{1 \pm \frac{v}{c}}}$$

Jika sumber, pengamat dan gelombang elektromagnetik dalam satu garis lurus dan $v \ll c$, maka :

$$f = f_0 \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)$$

f = frekuensi cahaya menurut pengamat
 f_0 = frekuensi sumber cahaya (Hz)
 v = kecepatan relatif antara sumber dan pengamat
 c = kecepatan cahaya

Uji Kompetensi

- Pada percobaan Young digunakan dua celah yang jarak kedua celahnya 1,5 mm. Pada jarak 2 m dari celah dipasang layar. Jika sebuah cahaya yang panjang gelombangnya 600 nm dilewatkan celah, tentukan :
 - Jarak terang pertama dengan terang pusat
 - Jarak gelap ke-4 dengan terang pusat
 - Jarak terang ke-2 dengan terang ke-4
 - Jarak terang pertama dengan gelap kedua
- Dua celah dengan jarak 0,2 mm disinari tegak lurus. Garis terang ke-3 terletak 7,5 mm dari garis terang pusat pada layar yang berjarak 1 m dari celah. Hitung berapa angstrom panjang gelombang sinar yang dipakai !
- Seberkas cahaya monokromatis melalui sepasang celah sempit yang berjarak 0,3 mm membentuk pola interferensi pada layar yang berjarak 0,9 m dari celah. Bila jarak dua garis gelap yang berdekatan 3 mm, berapa panjang gelombang cahaya yang digunakan ?
- Dalam percobaan Young jarak pisah sepasang celah 0,5 mm. Celah disinari dengan cahaya yang panjang gelombangnya 0,59 μm . Berapa radian sudut pisah yang dibentuk oleh dua garis gelap berdekatan ?
- Selaput tipis air sabun berindeks bias 1,33 disinari dalam arah tegak lurus dengan cahaya natrium yang panjang gelombangnya 589,3 nm. Tentukan :
 - ketebalan minimum selaput air sabun yang tampak terang
 - ketebalan minimum selaput air sabun yang tampak gelap.
- Pada percobaan interferensi cincin Newton digunakan cahaya dengan panjang gelombang 5700 \AA . Hasil pengamatan menunjukkan jari-jari lingkaran gelap ke-10 adalah 6 mm. Hitung jari-jari kelengkungan lensa !
- Berkas cahaya dengan panjang gelombang 8000 \AA datang pada celah tunggal selebar 0,2 mm. Jika pola difraksi ditangkap pada layar yang jaraknya 50 cm dari celah, tentukan :
 - jarak antara garis gelap ketiga dengan terang pusat
 - Jarak garis terang kedua dengan terang pusat.
- Cahaya monokromatik dijatuhkan pada celah tunggal yang lebarnya 0,8 mm. Jarak gelap ke-1 dengan pusat terang sama dengan 1,8 mm terlihat pada layar yang dipasang pada jarak 3 m dari celah. Hitung berapa meter panjang gelombang cahaya yang dijatuhkan pada celah tersebut !
- Seberkas cahaya jatuh tegak lurus pada kisi yang terdiri dari 5000 celah tiap cm. Sudut bias orde ke-2 adalah 30 $^\circ$. Tentukan panjang gelombang cahaya yang digunakan !
- Seberkas cahaya dengan panjang gelombang 5000 \AA datang tegak lurus kisi. Jika spectrum orde kedua membentuk sudut 30 $^\circ$ dengan garis normal pada kisi, tentukan :
 - tetapan kisi
 - jumlah celah tiap cm kisi
- Cahaya monokromatik panjang gelombangnya 600 nm datang tegak lurus pada kisi dengan lebar celah 2 μm . Tentukan orde maksimum yang mungkin (jumlah garis terang maksimum yang dapat diamati) !
- Warna merah dengan panjang gelombang 6750 \AA orde ke-4 berimpit dengan warna ungu orde ke-6 dari suatu pola difraksi yang menggunakan kisi. Tentukan panjang gelombang sinar warna ungu tersebut !
- Dua lampu depan dari sebuah mobil yang sedang mendekat terpisah sejauh 1,22 m mengeluarkan cahaya dengan panjang gelombang 500 nm. Seorang pengamat memiliki diameter pupil mata 4,5 mm mengamati kedua lampu tersebut. Berapa jarak terjauh mobil dengan pengamat tersebut agar kedua lampu itu masih tampak terpisah dengan jelas ?
- Cahaya matahari datang dari udara ($n = 1$) menuju permukaan air yang indeks biasnya $\frac{4}{3}$ sehingga menghasilkan cahaya pantul terpolarisasi linier. Hitunglah :
 - sudut polarisasi
 - sudut bias
- Seberkas cahaya dengan intensitas $8 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$ datang pada polarisator. Jika dsusut antara sumbu polarisator dan alisator 30 $^\circ$, tentukan intensitas cahaya yang keluar dari analisator !
- Jika cahaya datang dari udara ke kaca, sudut polarisasinya 57 $^\circ$. Jika cahaya datang dari kaca ke udara, berapa sudut polarisasinya ?
- Jika sudut kritis cahaya dalam suatu zat adalah 37 $^\circ$, tentukan sudut polarisasinya !
- Sebuah sakarimeter memiliki tabung yang panjangnya 20 cm yang berisi larutan gula dengan konsentrasi 10 dan sudut putar jenis larutan 6,65 $^\circ/\text{cm}$. Tentukan sudut pemutaran bidang polarisasi !

Evaluasi

- Urutan gelombang elektromagnetik dari frekuensi besar ke frekuensi kecil adalah ...
 - sinar X, sinar UV, sinar inframerah, cahaya
 - cahaya, sinar inframerah, sinar UV, sinar X
 - sinar inframerah, cahaya, sinar UV, sinar X
 - sinar X, sinar UV, cahaya, sinar inframerah
 - sinar X, sinar inframerah, cahaya, sinar UV
- Kuat medan magnetic gelombang elektromagnetik adalah $6 \cdot 10^{-8} \text{ T}$. Kuat medan listriknya adalah ... N/C
 - 0,5
 - 3
 - 9
 - 18
 - 21
- Seberkas cahaya jatuh pada sisi prisma dengan sudut datang 35 $^\circ$ menghasilkan sudut deviasi minimum 35 $^\circ$. Sudut puncak prisma adalah ... $^\circ$
 - 60
 - 35
 - 15
 - 10
 - 5

4. Jika sinar putih melewati prisma, maka deviasi sinar ungu lebih besar dari sinar biru. Hal ini disebabkan ...
 - a. indeks bias ungu lebih kecil daripada indeks bias biru
 - b. indeks bias ungu sama besar daripada indeks bias biru
 - c. kecepatan cahaya ungu lebih besar daripada cahaya biru
 - d. frekuensi ungu lebih kecil daripada biru
 - e. indeks bias ungu lebih besar daripada indeks bias biru
5. Pada percobaan Young jika jarak kedua celah dijadikan dua kali semula, maka jarak antara dua garis gelap yang berturutan menjadi ... kali semula
 - a. 4
 - b. 2
 - c. $\frac{1}{4}$
 - d. $\frac{1}{2}$
 - e. 1
6. Dalam percobaan Young menggunakan cahaya hijau lebar garis diamati 0,2 mm. Jika cahaya hijau diganti dengan cahaya merah, lebar garis menjadimm (*jika panjang gelombang cahaya hijau dan merah masing-masing 5200 \AA dan 6500 \AA*).
 - a. 0,31
 - b. 0,25
 - c. 0,20
 - d. 0,16
 - e. 0,13
7. Seberkas cahaya dilewatkan pada celah tunggal, menghasilkan interferensi minimum orde ke-2. Jika lebar celah $2,4 \cdot 10^{-4}$ cm, maka panjang gelombang cahaya tersebut adalah ... \AA
 - a. 4800
 - b. 6000
 - c. 9600
 - d. 19200
 - e. 20000
8. Dua berkas cahaya monokromatis X dan Y menyinari tegak lurus kisi. Ternyata sudut deviasi maksimum orde ke-2 sinar X sama dengan sudut deviasi maksimum orde ke-3 sinar Y. Nilai perbandingan panjang gelombang sinar X dan Y adalah ...
 - a. 2:3
 - b. 3:2
 - c. 2:1
 - d. 1:2
 - e. $\text{arc sin } 1,5$
9. Cahaya monokromatis panjang gelombangnya 6000 \AA jatuh tegak lurus pada kisi yang memiliki 500.000 garis per meter. Spektrum orde tertinggi yang diamati adalah ...
 - a. 3
 - b. 4
 - c. 6
 - d. 7
 - e. 8
10. Jarak antara dua lampu depan mobil 122 cm, diamati oleh mata yang diamter pupilnya 3 mm. Jika panjang gelombang cahaya lampu yang diterima mata 500 nm, maka jarak mobil maksimum dengan pengamat agar kedua lampu dapat diamati secara adalah ... m
 - a. 4500
 - b. 5000
 - c. 6000
 - d. 7377
 - e. 8250