
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Final Examination
Academic Session 2008/2009

April 2009

JIF 212 – Optics
[JIF 212 – Optik]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **ELEVEN** printed pages before you begin the examination.

Answer **FIVE** out of **SIX** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*

*Jawab **LIMA** daripada **ENAM** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

...2/-

1. (a) Define

- (i) Fermat's Principle
- (ii) Critical angle
- (iii) Primary focal point
- (iv) Secondary focal point.

(20 marks)

(b) State the six (6) convention of signs that is adhered in geometrical optics.

(30 marks)

(c) A concave surface with a radius 4 cm separates two media of refractive index $n = 1.00$ and $n' = 1.50$. An object is located in the first medium at a distance of 10 cm from vertex. Find the

- (i) Primary focal length
- (ii) Secondary focal length
- (iii) Image distance.

(50 marks)

2. (a) Define

- (i) A thin lens
- (ii) A thick lens
- (iii) Power of a thin lens
- (iv) A thick mirror.

(20 marks)

(b) State

- (i) Lens Makers' Formula
- (ii) Gaussian Lens Formula.

(20 marks)

...3/-

- (c) One end of a plastic rod of index 1.5 is ground and polished to a radius of +2.0 cm. If an object in air is located on the axis 12.0 cm from the vertex, calculate the image distance.

(30 marks)

- (d) A Plano-convex lens having a focal length of 25.0 cm is to be made of glass of refractive index $n = 1.520$. Calculate the radius of curvature of the grinding and polishing tools that must be used to make this lens.

(30 marks)

3. (a) Define

- (i) Spherical aberration
- (ii) Comma
- (iii) Astigmatism
- (iv) Barrel distortion
- (v) Huygens' Principle.

(30 marks)

- (b) Describe the original experiment performed by Young and the manifestation of interference.

Sketch the interference fringes obtained in that experiment.

(30 marks)

- (c) Find the angular radius of the tenth bright fringe in a Michelson interferometer when the central-path difference ($2d$) is (i) 1.50 mm and (ii) 1.5 cm.

Assume the orange light of a krypton arc is used and that the interference is adjusted in each case so that the first bright fringe forms a maximum at the centre of the pattern.

(40 marks)

...4/-

4. (a) Define

- (i) Fraunhofer diffraction
- (ii) Fresnel diffraction.

(10 marks)

(b) Explain why the distance of the aperture and the screen is a critical element in diffraction.

(10 marks)

(c) How does the width of the slit affect the shape of the diffraction contour seen on the screen.

(10 marks)

(d) Explain the concept of 'missing orders' in Fraunhofer diffraction by a double slit and state the corresponding equation.

(20 marks)

(e) State a formula giving the number of interference maxima occurring under the central diffraction maximum of the double-slit pattern in terms of the separation d and slit width b .

(10 marks)

(f) Make a qualitative sketch for the intensity pattern for five equally spaced slits having $d/b = 4$. Label several points on the x-axis with the corresponding values of β and γ .

(40 marks)

...5/-

5. (a) Explain the formation of the Fresnel's Half-Period zones. (20 marks)
- (b) (i) Explain the construction of the Cornu Spiral. (20 marks)
- (ii) Consider a diffraction pattern for a single slit having a width of 0.80 mm. Assume $a = 40.0$ cm, $b = 50.0$ cm, and red light of wavelength 6400 \AA . Find the value of $\Delta \nu$ for use on the spiral. (10 marks)
- (c) Explain the concept of normal dispersion and state Cauchy's Equation. (20 marks)
- (d) The refractive indices of a piece of optical glass for the blue and green lines of the mercury spectrum, $\lambda = 4358 \text{ \AA}$ and $\lambda = 5461 \text{ \AA}$, are 1.65250 and 1.62450, respectively. Using two-constant Cauchy Equation, calculate values for
- (i) the constants A and B
- (ii) the refractive index for the sodium yellow lines at $\lambda = 5893 \text{ \AA}$. (30 marks)

...6/-

6. (a) Define

- (i) plane-polarised light
- (ii) polarising angle
- (iii) Brewster's law
- (iv) Law of Malus.

(20 marks)

(b) Write short notes on the production of polarised light by these methods:

- (i) dichroic crystals
- (ii) double refraction
- (iii) nicol prism
- (iv) scattering.

(80 marks)

...7/-

1. (a) Takrifkan

- (i) Prinsip Fermat
- (ii) Sudut genting
- (iii) Titik fokus primer
- (iv) Titik fokus sekunder.

(20 markah)

(b) Nyatakan enam (6) konvensyen tatatanda yang digunakan di dalam optik geometri.

(30 markah)

(c) Suatu permukaan cekung dengan jejari 4 cm mengasingkan dua medium dengan indeks biasan $n = 1.00$ dan $n' = 1.50$. Suatu objek ditempatkan di dalam medium pertama pada jarak 10.0 cm dari verteks. Cari

- (i) Jarak fokus primer
- (ii) Jarak fokus sekunder
- (iii) Jarak imej.

(50 markah)

2. (a) Takrifkan

- (i) Kanta tipis
- (ii) Kanta tebal
- (iii) Kuasa kanta tipis
- (iv) Cermin tebal.

(20 markah)

(b) Nyatakan

- (i) Formula Pembuat Kanta
- (ii) Formula Kanta Gaussian.

(20 markah)

...8/-

- (c) *Suatu hujung rod plastik dengan indeks biasan 1.5 dikisar dan digilap hingga ke jejari +2.0 cm. Jika suatu objek di dalam udara diletakkan pada paksi 12.0 cm dari verteks, kira jarak imej.*

(30 markah)

- (d) *Suatu kanta plano-cembung dengan jarak fokus 25.0 cm diperbuat daripada kaca dengan indeks biasan $n = 1.520$. Hitung jejari kelengkungan alat kisar dan gilap yang perlu digunakan untuk menghasilkan kanta tersebut.*

(30 markah)

3. (a) *Takrifkan*

- (i) Aberasi sfera*
- (ii) Koma*
- (iii) Astigmatisme*
- (iv) Herotan tong*
- (v) Prinsip Huygens.*

(30 markah)

- (b) *Perihalkan ujikaji asal yang dilakukan oleh Young dan manifestasi interferens.*

Lakarkan pinggir-pinggir interferens yang didapati daripada ujikaji tersebut.

(30 markah)

- (c) *Cari jejari sudutan bagi pinggir cerah ke-sepuluh di dalam interferometer Michelson apabila perbezaan laluan puncak ($2d$) ialah (i) 1.50 mm dan (ii) 1.5 cm.*

Anggapkan cahaya oren arca krypton digunakan dan interferens diubahsuai di dalam setiap kes supaya pinggir cerah pertama membentuk suatu maksimum di puncak corak.

(40 markah)

...9/-

4. (a) *Takrifkan*
- (i) *Pembelauan Fraunhofer*
 - (ii) *Pembelauan Fresnel.*
- (10 markah)*
- (b) *Terangkan mengapa jarak dari apertur dan tabir merupakan suatu unsur kritikal di dalam pembelauan.*
- (10 markah)*
- (c) *Bagaimanakah kelebaran celah mempengaruhi corak kontur pembelauan yang dilihat pada tabir?*
- (10 markah)*
- (d) *Terangkan konsep 'kehilangan tertib' di dalam pembelauan Fraunhofer menggunakan celah dubel dan nyatakan persamaan yang bersepadanan.*
- (20 markah)*
- (e) *Nyatakan suatu formula yang memberi bilangan interferens maksimum yang berlaku di bawah pembelauan pusat maksimum bagi suatu corak celah dubel di dalam sebutan pemisahan d dan lebar celah b .*
- (10 markah)*
- (f) *Lakarkan secara kualitatif suatu corak keamatan bagi lima celah yang diruangkan secara sama dengan $d/b = 4$. Labelkan beberapa titik pada paksi- x dengan nilai-nilai β dan γ .*
- (40 markah)*

...10/-

5. (a) *Terangkan bagaimana zon setengah kala Fresnel terbentuk.*
(20 markah)
- (b) (i) *Terangkan pembentukan Lingkaran Cornu.*
(20 markah)
- (ii) *Pertimbangkan suatu corak pembelauan bagi suatu celah tunggal dengan lebar 0.80 mm. Anggapkan $a = 40.0$ cm, $b = 50.0$ cm, dan jarak gelombang cahaya merah = 6400 \AA . Cari nilai Δv untuk digunakan di atas lingkaran.*
(10 markah)
- (c) *Terangkan konsep penyebaran normal dan nyatakan Persamaan Cauchy.*
(20 markah)
- (d) *Indeks biasan bagi sekeping kaca optik untuk garis-garis biru dan hijau spektrum raksa, $\lambda = 4358 \text{ \AA}$ dan $\lambda = 5461 \text{ \AA}$, adalah 1.65250 dan 1.62450, masing-masing. Dengan menggunakan Persamaan Cauchy dua pemalar, hitung nilai untuk*
- (i) *pemalar A dan B.*
- (ii) *indeks pembiasan bagi garis-garis kuning natrium pada $\lambda = 5893 \text{ \AA}$.*
(30 markah)

...11/-

6. (a) *Takrifkan*

- (i) *cahaya terkutub satah*
- (ii) *sudut pengkutuban*
- (iii) *Hukum Brewster*
- (iv) *Hukum Malus.*

(20 markah)

(b) *Tulis nota ringkas tentang penghasilan cahaya terkutub melalui kaedah-kaedah berikut;*

- (i) *hablur dikroik*
- (ii) *pembiasan dubel*
- (iii) *prisma Nicol*
- (iv) *penyerakan.*

(80 markah)