



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Final Examination  
2016/2017 Academic Session

May/June 2017

**JIF 220 – Optics**  
*[Optik]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

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

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

In the event of any discrepancies in the exam questions, the English version shall be used.

*Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN** muka surat yang bercetak sebelum anda menjawab sebarang soalan.*

*Jawab **KESEMUA** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan **sama ada** dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

*Baca setiap arahan dengan teliti sebelum menjawab.*

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Answer ALL questions.**

1. (a) Define and draw geometrical diagrams of the following:

- (i) Fermat's Principle
- (ii) Huygens' Principle
- (iii) Law of Reflection

(30 marks)

(b) Two mirrors,  $M_1$  and  $M_2$  make an angle of  $120^\circ$  with each other. An incident light ray strikes the mirror  $M_1$  at an angle of  $65^\circ$  to the normal.

- (i) Find the direction of the light ray after it is reflected from mirror  $M_2$ .

(10 marks)

- (ii) If the incoming and outgoing rays are extended behind the mirrors and cross at an angle of  $60^\circ$ , so that the overall change in the direction of the light ray is  $120^\circ$ . This is the same as the angle between the mirrors. If the angle between the mirrors is changed, is the overall change in the direction of the light ray always equal to the angle between the mirrors? Justify your answer.

(30 marks)

(c) A ball is positioned 22 cm in front of a spherical mirror and forms a virtual image. If the spherical mirror is replaced with a plane mirror, the image appears 12 cm closer to the mirror. What is the type of the spherical mirror? Justify your answer.

(30 marks)

2. (a) Define
- (i) Snell's law
  - (ii) Total internal reflection
- (20 marks)
- (b) A beam of light passes through 100.0 cm of water at incident angle  $54^\circ$ , then passes through 30.0 cm of glass. Find the angle of refraction in glass [ $n_{\text{water}} = 1.33$ ,  $n_{\text{glass}} = 1.67$ ]
- (10 marks)
- (c) A plano-cylindrical lens has a radius of curvature 15 cm, a refraction index of 1.5, and an axial length 10 cm. Light from a point of object is incident on the convex, cylindrical surface from a distance of 25 cm to the left of the lens. Find the position and the distance of the image formed by the lens.
- (30 marks)
- (d) Two converging lenses, each of focal length 20 mm are placed 30 mm apart. An object is placed at 28 mm in front of the first lens.
- (i) Find the final image distance and determine whether the final image is real or virtual.
  - (ii) Obtain the magnification.
- (40 marks)

3. (a) State TWO conditions for the interference of light waves.  
(20 marks)
- (b) With the aid of diagram, define the necessary condition for the path length difference between two waves to interfere
- (i) constructively.  
(ii) destructively.  
(30 marks)
- (c) Suppose in the double-slit interference,  $d = 0.150$  mm,  $L = 120$  cm,  $\lambda = 833$  nm, and  $y = 2.00$  cm.
- (i) What is the path difference  $\delta$  for the rays from the two slits arriving at point P?  
(20 marks)
- (ii) Express this path difference in terms of  $\lambda$ .  
(20 marks)
- (iii) Does point P correspond to a maximum, a minimum, or an intermediate condition?  
(10 marks)
4. (a) Define
- (i) Fresnel Diffraction  
(ii) Fraunhofer diffraction  
(20 marks)
- (b) State THREE differences between Fraunhofer and Fresnel diffractions.  
(30 marks)

(c) Explain the difference in the contour of a Fraunhofer diffraction intensity curve at a single slit and a double slit.  
(20 marks)

(d) Using the Fresnel half-zones, describe the Fresnel light diffraction through small circular openings. Illustrate the observations with different aperture sizes.  
(30 marks)

5. (a) Define  
(i) Normal dispersion.  
(ii) Plane-polarized light.  
(iii) Law of Malus.  
(30 marks)

(b) With the aid of a diagram, explain Bragg's Diffraction Law. Monochromatic X-rays with wavelength  $\lambda = 1$  nm are scattered by crystal planes with spacing  $d = 2$  nm. From Bragg diffraction geometry the incident and reflected beams make the same angle  $\theta$  with the crystal planes. What is the smallest angle  $\theta$  that would result in a diffraction maximum?  
(40 marks)

(c) An interference pattern produced by a diffraction grating that has 1000 slits per mm is composed of a series of sharp and narrow diffraction maxima. How would the width of individual maxima change if the grating is replaced by another grating that has the same number of slits per mm but has only 250 slits? Assume that the entire grating is illuminated by a perfectly coherent light.  
(30 marks)

**Jawab SEMUA soalan.**

1. (a) Takrif dan lakarkan gambar rajah geometri bagi

- (i) Prinsip Fermat.
- (ii) Prinsip Huygens.
- (iii) Hukum Pantulan.

(30 markah)

(b) Dua cermin,  $M_1$  dan  $M_2$  membuat sudut  $120^\circ$  antara satu sama lain. Suatu sinar cahaya menuju cermin  $M_1$  pada sudut  $65^\circ$  terhadap normal.

- (i) Cari arah alur cahaya itu selepas ia dipantulkan daripada cermin  $M_2$ .

(10 markah)

- (ii) Jika alur-alur yang masuk dan keluar itu dipanjangkan di belakang cermin dan melintas pada sudut  $60^\circ$ , supaya perubahan keseluruhan arah sinar cahaya itu adalah  $120^\circ$ . Ini adalah sama dengan sudut antara cermin. Jika sudut antara cermin berubah, adakah perubahan keseluruhan arah sinar cahaya itu sentiasa sama dengan sudut antara cermin itu? Justifikasikan jawapan anda.

(30 markah)

(c) Sebiji bola diletakkan 22 cm di hadapan sebuah cermin sfera dan membentuk imej maya. Jika cermin sfera diganti dengan cermin satah, imej yang muncul 12 cm lebih dekat dengan cermin. Apakah jenis cermin sfera digunakan? Justifikasikan jawapan anda.

(30 markah)

2. (a) Takrif

- (i) Hukum Snell.
- (ii) pantulan dalam penuh.

(20 markah)

(b) Satu jalur cahaya melalui 100.0 cm air pada sudut tuju  $54^\circ$ , kemudian melalui 30.0 cm kaca. Cari sudut pembiasan dalam kaca [ $n_{\text{water}} = 1.33$ ,  $n_{\text{glass}} = 1.67$ ].

(10 markah)

(c) Kanta plano-silinder mempunyai jejari kelengkungan 15 cm, indeks pembiasan 1.5, dan panjang paksi 10 cm. Cahaya dari titik objek adalah tuju pada cembung, permukaan silinder dari jarak 25 cm di sebelah kiri kanta. Cari kedudukan dan jarak imej yang dibentuk oleh kanta.

(30 markah)

(d) Dua kanta menumpu, setiap jarak fokus 20 mm dipisahkan 30 mm di antara satu sama lain. Objek diletakkan 28 mm di hadapan kanta pertama.

- (i) Cari jarak imej dan tentukan sama ada imej nyata atau maya.
- (ii) Dapatkan magnifikasi/pembesaran.

(40 markah)

3. (a) Nyatakan DUA syarat untuk interferens gelombang cahaya.  
(20 markah)
- (b) Dengan bantuan satu gambar rajah, nyatakan syarat yang diperlukan bagi beza lintasan antara dua interferens gelombang
- (i) membina.  
(ii) memusnah.  
(30 markah)
- (c) Andaikan dalam dua celah interferens, diberi  $d = 0.150 \text{ mm}$ ,  $L = 120 \text{ cm}$ ,  $\lambda = 833 \text{ nm}$ , dan  $y = 2.00 \text{ cm}$ .
- (i) Apakah perbezaan laluan  $\delta$  untuk alur-alur dari dua celah tiba di titik P?  
(20 markah)
- (ii) Nyatakan beza lintasan dalam sebutan  $\lambda$ .  
(20 markah)
- (iii) Adakah titik P sesuai dengan maksimum, minimum, atau keadaan pertengahan.  
(10 markah)
4. (a) Takrif
- (i) Pembelauan Fresnel.  
(ii) Pembelauan Fraunhofer.  
(20 markah)
- (b) Nyatakan TIGA perbezaan antara pembelauan Fraunhofer dan Fresnel.  
(30 markah)



(c) Terangkan perbezaan kontur pada lengkung keamatan pembelauan Fraunhofer bukaan celah tunggal dan celah dubel.

(20 markah)

(d) Dengan menggunakan zon-zon setengah kala Fresnel, perihalkan pembelauan Fresnel melalui bukaan bulat yang kecil. Jelaskan melalui pemerhatian dari saiz bukaan yang berlainan.

(30 markah)

5. (a) Takrif

- (i) penyebaran normal.
- (ii) cahaya terkutub satah.
- (iii) hukum Malus.

(30 markah)

(b) Dengan bantuan satu gambar rajah, jelaskan Hukum Belauan Bragg. Sinar-X monokromatik dengan panjang gelombang  $\lambda = 1 \text{ nm}$  terserak dari satah hablur dengan pemisahan  $d = 2 \text{ nm}$ . Dari geometri belauan Bragg, alur-alur tuju dan pantul membuat sudut  $\theta$  yang sama dengan satah hablur. Berapakah sudut terkecil  $\theta$  yang akan menghasilkan belauan maksima?

(40 markah)

(c) Corak inteferens yang terhasil oleh parutan belauan yang mempunyai 1000 celah setiap mm terdiri daripada satu siri belauan maksima dan minima yang tajam dan sempit. Bagaimanakah lebar individu maxima berubah jika parutan digantikan oleh parutan yang mempunyai bilangan celah yang sama setiap mm tetapi hanya mempunyai 250 celah? Anggapkan yang keseluruhan parutan diterangi oleh cahaya koheren yang unggul.

(30 markah)