
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2008/2009

November 2008

ZSC 549/4 – Physics of Optical Communication
[Fizik Komunikasi Optik]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instruction: Answer all **FIVE (5)** questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

[Arahan: Jawab semua **LIMA (5)** soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

...2/-

1. a) Write short notes on:

[Tuliskan nota ringkas tentang:]

- i) Single-mode optical fibre
[Serabut optik mod tunggal]
- ii) Numerical aperture
[Bukaan berangka]

(30/100)

b) When light energy propagates in an optical fibre, mode conversion or mode coupling can occur. Explain the causes for this phenomenon.

[Apabila tenaga optik merambat di dalam satu serabut optik, pertukaran mod boleh berlaku. Jelaskan sebab-sebab fenomena ini berlaku.]

(30/100)

c) In a step-index optical fibre, the relative index difference, Δ , is 2.5% and $n_2 = n_{\text{olad}} = 1.45$

[Dalam satu serabut indeks tangga, perbezaan indeks biasan relatif, Δ , ialah 2.5% dan $n_2 = n_{\text{pelapisan}} = 1.45$]

Find:

[Tentukan:]

- i) The $n_1 = n_{\text{core}}$
[$n_1 = n_{\text{teras}}$]
- ii) The acceptance angle, $2\theta_a$
[Sudut penerimaan, $2\theta_a$]
- iii) The numerical aperture, N.A.
[Bukaan berangka, N.A.]
- iv) The critical propagation angle, θ_c
[Sudut perambatan genting, θ_c]

(40/100)

...3/-

2. a) What are the two basic mechanisms of light loss in optical fibres. Discuss them.
[Apakah dua mekanisme asas kerana ada kehilangan cahaya dalam serabut optik. Bincangkan.]
 (30/100)
- b) Given an optical fibre 10 km long, with $n_{\text{core}} = 1.46$ and $n_{\text{clad}} = 1.42$, find the intermodal dispersion.
[Di berikan satu serabut optik panjangnya 10 km, dengan $n_{\text{teras}} = 1.46$ dan $n_{\text{pelapisan}} = 1.42$, tentukan sebaran intermodal.]
 (30/100)
- c) Two optical fibres, one 4 km long with 4 dB/km loss and the other 10 km long with 1.4 dB/km loss, are spliced to form a 14 km fibre. Ignore losses due to splicing.
[Dua serabut optik, yang pertama 4 km panjangnya dengan kehilangan 4 dB/km dan yang kedua 10 km panjangnya dengan kehilangan 1.4 dB/km, disambung menjadi satu serabut 14 km panjangnya. Abaikan kehilangan kerana sambungan.]
- i) What is the average dB/km loss?
[Apakah purata kehilangan dalam dB/km?]
- ii) For an input optical power of 300 μW , what is the output power?
[Jika kuasa optik input ialah 300 μW , apakah kuasa output?]
 (40/100)
3. a) Describe with the help of a diagram of the equipment, the Internal Chemical Vapour Deposition (ICVD) process for making optical fibres.
[Huraikan dengan rajah peralatan, proses pembikinan serabut optik proses deposit wap kimia dalam (ICVD).]
 (30/100)

b) Write short notes on:

[Tuliskan nota ringkas tentang:]

- i) Surface-Emitting Light Emitting Diode.
[Diod Pemancar Cahaya Pancaran Permukaan.]
- ii) Star couplers
[Pasangan bintang.]

(30/100)

c) A transmitting optical fibre with core diameter $62 \mu\text{m}$, core refractive index of 1.40 and numerical aperture of 0.2 is connected to another fibre with core diameter of $52 \mu\text{m}$, core refractive index of 1.40 and numerical aperture of 0.25.
[Satu serabut optik pemancar dengan diameter teras $62 \mu\text{m}$, indeks biasan teras 1.40 dan bukaan berangka 0.2 disambung dengan lagi satu serabut dengan diameter teras $52 \mu\text{m}$, indeks biasan teras 1.40 dan bukaan berangka 0.25.]

Find the loss due to:

[Tentukan kehilangan kerana:]

- i) Area mismatch alone
[Tidak sepadan luas sahaja.]
- ii) Numerical aperture mismatch alone
[Tidak sepadan bukaan berangka sahaja.]

(40/100)

4. a) Write short notes on:

[Tuliskan nota ringkas tentang:]

- (i) Wavelength division multiplexing (WDM)
[Multipleks pembahagian jarak-gelombang (WDM)]
- (ii) Quantum efficiency of laser diode (LD)
[Kecekapan kuantum untuk diod laser (LD)]

(30/100)

...5/-

- b) How is the responsivity, R , of a photodetector related to the optical wavelength?
 [Apakah perhubungan antara kesambutan, R , dan jarak-gelombang optik untuk satu foto-pengesan?]

(30/100)

- c) i) Calculate the quantum efficiency, η_Q , for a photodetector with responsivity, R , of 0.7 A/W, operating at a wavelength of 1.5 μm .
 [Hitungkan kecekapan kuantum, η_Q , bagi satu foto-pengesan dengan nilai 0.7 A/W untuk kesambutan, R , dan beroperasi pada jarak-gelombang 1.5 μm .]

- ii) A photodiode has R of 0.8 A/W, $I_d =$ of 60 nA, and noise-equivalent-power, NEP, of $1.6 \times 10^{-12} \text{ W/Hz}^{1/2}$.

Calculate the total noise current.

[Satu foto-diod mempunyai nilai 0.8 A/W untuk R , $I_d = 60 \text{ nA}$, dan nilai $1.6 \times 10^{-12} \text{ W/Hz}^{1/2}$ untuk kuasa-setara-hingar, NEP.

Hitungkan jumlah arus hangar]

(40/100)

5. a) Write short notes on:
 [Tuliskan nota ringkas tentang:]

- i) Eye pattern
 [Corak mata]
- ii) Signal-to-noise ratio (S/N)
 [Nisbah isyarat-hingar (S/N)]
- iii) Bit error rate (BER)
 [Kadar ralat bit (BER)]

(30/100)

- 6 -

- b) The School of Medical Sciences, Universiti Sains Malaysia, in Kubang Kerian, Kelantan, is setting up an optical fibre communication system with the Main Campus of USM in Penang, with the following characteristics:

[Kampus Kesihatan Universiti Sains Malaysia di Kubang Kerian, Kelantan, akan menubuh satu sistem komunikasi serabut optik dengan Kampus Induk USM di Pulau Pinang, dengan ciri-ciri yang berikut:]

- (I) One laser light source
[Pemancar menggunakan satu laser]
- (II) The distance between the two campuses is 380 km.
[Jarak antara dua kampus ialah 380 km.]
- (III) Use wavelength division multiplexing (WDM)
[Gunakan multipleks pembahagian jarak-gelombang (WDM)]
- (IV) 30 digital channels, each at 2 megabits per second
[30 saluran berdigit, tiap saluran dengan 2 megabit per saat]
- (V) 15 analog channels with a bandwidth of 20 kHz each
[15 saluran analog, tiap saluran dengan lebar-jalur 20 kHz]
 - i) Draw a block diagram to represent the optical fibre communication system.
[Lukiskan satu gambarjah blok untuk menggambarkan sistem komunikasi serabut optik ini.]
 - ii) Give details of the design of this optical fibre communication system.
[Berikan butir-butir yang berkenaan dengan rekabentuk sistem komunikasi serabut optik ini.]

(70/100)

- 0000000 -