

INDEX NO. : _____



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Final Examination
2016/2017 Academic Session

May/June 2017

JIB 431 – Biosystematics
[Biosistematik]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **TWENTY THREE** printed pages before you proceed.

Answer **ALL** questions from **Section A** in the **OMR** sheet provided.

Answer **ONE** question from **Section B** in the answer booklet provided.

Answer **TWO** questions from **Section C** in the answer booklet provided.

You may answer **either** in Bahasa Malaysia or English.

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

The whole question booklet must be returned to the invigilators.

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

*Jawab **SEMUA** soalan **Seksyen A** dalam borang **OMR** yang diberikan.*

*Jawab **SATU** soalan daripada **Seksyen B** dalam buku jawapan yang disediakan.*

*Jawab **DUA** soalan daripada **Seksyen C** dalam buku jawapan yang disediakan.*

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

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

Keseluruhan kertas soalan ini mesti diserahkan kepada pengawas peperiksaan.

SECTION/SEKSYEN A – [40 marks/markah]Answer **ALL** questionsJawab **SEMUA** soalan

1. Systematics can be defined as all of the following **EXCEPT**
- A science that includes and encompasses traditional taxonomy
 - Is founded on the principles of adaptation
 - Its primary goal is the reconstruction of evolutionary history
 - It is studied by acquiring, analysing and synthesising information

*Sistematiks boleh ditakrifkan sebagai semua yang berikut **KECUALI***

- Suatu sains yang mengambil kira dan merangkumi taksonomi tradisional*
 - Diasaskan pada prinsip penyesuaian*
 - Matlamat utamanya ialah membina semula sejarah bersifat evolusi*
 - Ia dikaji melalui memperolehi, menganalisis dan mensintesis maklumat*
2. Name the character state transformation used in a cladistic analysis as shown in Figure 1

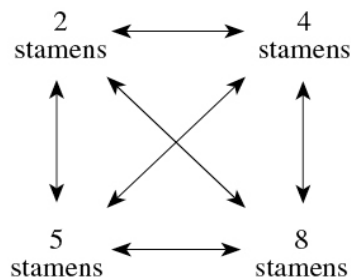


Figure 1 / Rajah 1

- Unordered four-state character
- Ordered, four-state character
- Unordered and polarised four-state character
- Ordered and polarised four state character

Namakan transformasi sifat ciri yang diguna dalam analisis kladistik seperti ditunjukkan dalam Rajah 1

- Ciri empat keadaan tak teratur*
- Ciri empat keadaan teratur*
- Ciri empat keadaan tak teratur dan berkutub*
- Ciri empat keadaan teratur dan berkutub*

3. The principle of _____ states that a cladogram with the fewest number of evolutionary steps is the best estimate of phylogeny
- A. phylogenetic
 - B. paraphyletic
 - C. parsimony
 - D. phenetic

Prinsip _____ menyatakan bahawa kladogram dengan langkah berevolusi paling sedikit adalah anggaran filogeni terbaik

- A. *filogenetik*
- B. *parafiletik*
- C. *parsimoni*
- D. *fenetik*

4. Which of the following was **NOT** an innovation of land plants?
- A. Evolution of the embryo and sporophyte
 - B. Evolution of cutin and the cuticle
 - C. Evolution of parenchyma tissue
 - D. Evolution vascular tissue

*Mana antara berikut **BUKAN** inovasi tumbuhan darat?*

- A. *Evolusi embrio dan sporofit*
- B. *Evolusi kutin dan kutikel*
- C. *Evolusi tisu parenkima*
- D. *Evolusi tisu vaskular*

5. During the early evolution of land plants, three major monophyletic lineages diverged **BEFORE** the vascular plants. These lineages are collectively called as
- A. embryophytes
 - B. bryophytes
 - C. chlorophytes
 - D. tracheophytes

*Semasa evolusi awal tumbuhan darat, tiga keturunan monofiletik utama mencapah / menyimpang **SEBELUM** tumbuhan vaskular. Keturunan ini secara kolektifnya dikenali sebagai*

- A. *embriofit*
- B. *briofit*
- C. *klorofit*
- D. *trakeofit*

6. _____ have a number of autapomorphies including hydroids, leptoids, thick perine layer for the spores and leafy gametophytes

- A. Liverworts (Hepaticae)
- B. Hornworts (Anthocerotae)
- C. Mosses (Musci)
- D. Lycophytes

_____ mempunyai beberapa autapomorfi termasuk hidroid, leptoid, lapisan perin tebal untuk spora dan gametofit berdaun

- A. Lumut hati (*Hepaticae*)
- B. Lumut tanduk (*Anthocerotae*)
- C. Lumut jati (*Musci*)
- D. Likofit

7. Majority of angiosperm species have anthers composed of two thecae, termed as

- A. bisporangiate
- B. tetrasporangiate
- C. bitegmic
- D. tetrategmic

Majoriti spesies angiosperma mempunyai anter yang terdiri daripada dua teka, diistilahkan sebagai

- A. *dwisporangiat*
- B. *tetrasporangiat*
- C. *dwitegmik*
- D. *tetrategmik*

8. Dicotyledonous type of anther wall development is when
- A. both secondary parietal cell layers divide to yield two middle layers
 - B. the outer secondary parietal cell layers divide to yield the endothecium and a single middle layer
 - C. the inner secondary parietal cell layer divides to yield the tapetum and a single middle layer
 - D. the secondary parietal cells do not divide further and develop into the endothecium and tapetum

Jenis perkembangan dinding anter dikotiledon ialah apabila

- A. *kedua-dua lapisan sel parietal sekunder membahagi untuk menghasilkan dua lapisan tengah*
 - B. *lapisan luaran sel parietal sekunder membahagi untuk menghasilkan endotesium dan lapisan tengah tunggal*
 - C. *lapisan dalaman sel parietal sekunder membahagi untuk menghasilkan tapetum dan lapisan tengah tunggal*
 - D. *sel parietal sekunder tidak lagi terus membahagi dan berkembang kepada endotesium dan tapetum*
9. Micropyle type is determined by the spatial arrangement of _____ surrounding the micropyle
- A. funiculus
 - B. integument
 - C. raphe
 - D. epidermis

Jenis mikropil ditentukan oleh susunan spatial _____ sekitar mikropil

- A. *funikulus*
- B. *integumen*
- C. *rafe*
- D. *epidermis*

10. Name the two types of ovule shown in Figure 2

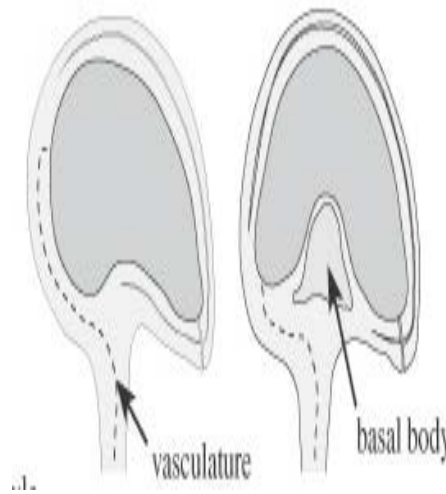


Figure 2 /Rajah 2

- A. Ana-campylotropous ; Ana-amphitropous
- B. Ortho-campylotropous ; Ortho-amphitropous
- C. Ana-campylotropous ; Ortho-amphitropous
- D. Ana-amphitropous ; Ortho-campylotropous

Namakan dua jenis ovul yang ditunjukkan dalam Rajah 2

- A. *Ana-kampilotropous ; Ana-amfitropous*
- B. *Orto-kampilotropous ; Orto-amfitropous*
- C. *Ana-kampilotropous ; Orto-amfitropous*
- D. *Ana-amfitropous ; Orto-kampilotropous*

11. A cellular endosperm is one in which

- A. the endosperm cell divides mitotically, followed by cytokinesis
- B. the early mitotic divisions are not followed by cytokinesis
- C. the early mitotic division is followed by cytokinesis
- D. the endosperm cell divides mitotically, not followed by cytokinesis

Endosperma bersel adalah yang mana

- A. *sel endosperma bahagi secara mitosis, diikuti oleh sitokinesis*
- B. *pembahagian mitosis awal, tidak diikuti oleh sitokinesis*
- C. *pembahagian mitosis awal, diikuti oleh sitokinesis*
- D. *sel endosperma bahagi secara mitosis, tidak diikuti oleh sitokinesis*

12. All of the following are true of herbarium **EXCEPT**
- A. preserving plant collection
 - B. source of plant identification
 - C. associated with universities, botanical gardens, museums and research institutions
 - D. geographic and taxonomic references for fauna

*Semua yang berikut adalah benar mengenai herbarium **KECUALI***

- A. *mengawet himpunan tumbuhan*
- B. *sumber pengecaman tumbuhan*
- C. *berkaitan dengan universiti, kebun botani, museum dan institusi penyelidikan*
- D. *rujukan geografi dan taksonomi untuk fauna*

13. All of the following are true regarding herbarium labels **EXCEPT**

- A. Information on taxon determination is important to include, as it cannot be assumed that the person who collected a plant identified it
- B. All labels referring to the same plant have the same collection number
- C. A convenient formatting is to list all characteristics of the plant in the first paragraph before information about locality and habitat
- D. Size of labels is about 12 cm (5") wide and 10cm (4") tall, and glued to the lower left hand corner of the herbarium specimen

*Semua yang berikut adalah benar mengenai label herbarium **KECUALI***

- A. *Maklumat mengenai penentuan takson adalah penting untuk dimasukkan, kerana ia tidak boleh dianggap bahawa orang yang mengumpul tumbuhan telah mengenalpastinya*
- B. *Semua label merujuk kepada tumbuhan yang sama mempunyai nombor koleksi yang sama*
- C. *Satu format mudah adalah untuk menyenaraikan semua ciri tumbuhan itu dalam perenggan pertama sebelum maklumat mengenai tempat dan habitat*
- D. *Saiz label adalah kira-kira 12 cm (5") lebar dan 10cm (4") tinggi, dan dilekatkan pada sudut kiri bawah spesimen herbarium*

14. Which arrangement of the taxonomic ranks is **CORRECT**?
- A. Kingdom, Phylum, Class, Order, Family, Tribe, Genus, Species, Variety, Form
 - B. Kingdom, Phylum, Class, Order, Family, Genus, Species, Tribe, Variety, Form
 - C. Kingdom, Phylum, Class, Order, Family, Genus, Species, Variety, Tribe, Form
 - D. Kingdom, Phylum, Class, Order, Family, Genus, Species, Variety, Form, Tribe

*Susunan peringkat taksonomi yang manakah **BETUL**?*

- A. Alam, Filum, Kelas, Order, Famili, Trib, Genus, Spesies, Varieti, Forma
 - B. Alam, Filum, Kelas, Order, Famili, Genus, Spesies, Trib, Varieti, Forma
 - C. Alam, Filum, Kelas, Order, Famili, Genus, Spesies, Varieti, Trib, Forma
 - D. Alam, Filum, Kelas, Order, Famili, Genus, Spesies, Varieti, Forma, Trib
15. Which of the following involving the alternation of generations is **CORRECT**?
- A. Multicellular 1n individuals (gametophytes) produce multicellular 2n individuals (sporophytes)
 - B. Multicellular 1n individuals (sporophytes) produce multicellular 2n individuals (gametophytes)
 - C. Gametes fuse in fertilization to form spores
 - D. Zygote is a haploid cell that will become the sporophyte

*Manakah antara berikut yang melibatkan selang generasi **BETUL**?*

- A. Individu multisel 1n (gametofit) hasilkan multisel individu 2n (sporofit)
 - B. Individu multisel 1n (sprofit) hasilkan multisel individu 2n (gametofit)
 - C. Gamet cantum dalam persenyawaan untuk bentuk spora
 - D. Zigot adalah sel haploid yang akan jadi sprofit
16. A new animal species should be named following the rules of
- A. International Code of Zoological Nomenclature
 - B. International Code of Botanical Nomenclature
 - C. International Code of Life Nomenclature
 - D. International Code of Animalia Nomenclature

Suatu spesies haiwan baru perlu diberi nama mengikut peraturan

- A. Kod Tatanama Zoologi Antarabangsa
- B. Kod Tatanama Botani Antarabangsa
- C. Kod Tatanama Kehidupan Antarabangsa
- D. Kod Tatanama Animalia Antarabangsa

17. What is classification in taxonomical studies?
- A. The evolutionary history of a group of organisms
 - B. The arrangement of taxa into an order or a group
 - C. A component of systematics that describe species
 - D. The formal naming of taxa according to some standardised systems

Apakah klasifikasi dalam kajian taksonomi?

- A. *Sejarah evolusi suatu kumpulan organisma*
- B. *Susunan taksa ke dalam suatu order atau kumpulan*
- C. *Suatu komponen sistematik yang menggambarkan spesies*
- D. *Penamaan formal takson berpandukan beberapa sistem seragam*

18. Categorising a species according to hierarchy is part of a/an _____ of a taxonomical procedure

- A. alpha phase
- B. beta phase
- C. gamma phase
- D. biological phase

Mengkategorikan suatu spesies secara hierarki merupakan sebahagian daripada _____ dalam prosedur taksonomi

- A. *fasa alfa*
- B. *fasa beta*
- C. *fasa gama*
- D. *fasa biologi*

19. Choose the characteristic(s) shared by a bat and a rat

- i. Membrane wings
 - ii. A pair of eyes
 - iii. Furs
 - iv. A pair of lungs
-
- A. i and ii
 - B. ii and iii
 - C. i, ii and iv
 - D. All of the above

Pilih ciri yang dikongsi oleh kelawar dan tikus

- i. Sayap bermembran*
 - ii. Sepasang mata*
 - iii. Bulu*
 - iv. Sepasang peparu*
-
- A. i dan ii*
 - B. ii dan iii*
 - C. i, ii dan iv*
 - D. Semua di atas*

20. Choose an example for the types of molecular characters

- A. Deletion in the DNA sequences
- B. Reactions between enzyme and its substrate
- C. The body mass
- D. The length of the forearm

Pilih satu contoh untuk jenis ciri molekul

- A. Pemandaman dalam jujukan DNA*
- B. Tindak balas antara enzim dengan substraknya*
- C. Jisim badan*
- D. Keganjangan lengan*

21. The presence of gills in fishes can be a/an _____ character in fish taxonomy
- A. countable
 - B. quantitative
 - C. uncountable
 - D. qualitative

Kehadiran insang dalam ikan boleh dijadikan suatu ciri _____ dalam taksonomi ikan

- A. *boleh dikira*
- B. *kuantitatif*
- C. *tidak boleh dikira*
- D. *kualitatif*

22. Choose an example to represent character state
- A. Two pairs of gills
 - B. Hard shell
 - C. One Tail
 - D. Fin

Pilih satu contoh untuk mewakili keadaan ciri

- A. *Dua pasang insang*
- B. *Cangkerang keras*
- C. *Satu ekor*
- D. *Sirip*

23. The following methods are practised in chemotaxonomy **EXCEPT**

- A. serial dilution technique
- B. chromatography
- C. DNA hybridisation
- D. electrophoresis

*Berikut merupakan kaedah yang digunakan dalam kemotaksonomi **KECUALI***

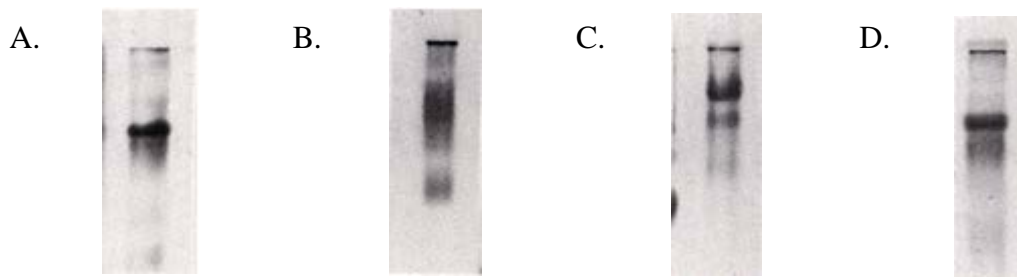
- A. *teknik pencairan bersiri*
- B. *kromatografi*
- C. *penghibridan DNA*
- D. *elektroforesis*

24. Figure 3 shows the gel electrophoresis outcome of a protein from a species in chemotaxonomy practice. Which of the following gel electrophoresis shows the closest relationship to the species Z demonstrated ?

Rajah 3 menunjukkan keputusan gel elektroforesis pada protein tertentu daripada suatu spesies dalam pengamalan kemotaksonomi. Manakah elektroforesis gel berikut yang menunjukkan perhubungan paling rapat dengan spesies Z yang ditunjukkan?



Species/Spesies Z
Figure 3 / Rajah 3



25. Gel diffusion is an alternative method to serial dilution in immunotaxonomy because

- A. gel diffusion is more common
- B. gel diffusion uses less antigen and antibody
- C. serial dilution is time consuming
- D. gel diffusion is more reliable

Penyebaran gel merupakan kaedah alternatif kepada pencairan bersiri dalam imunotaksonomi kerana

- A. *penyebaran gel lebih biasa*
- B. *penyebaran gel menggunakan antigen dan antibodi yang lebih sedikit*
- C. *pencairan bersiri memakan masa*
- D. *penyebaran gel lebih dipercayai*

26. Choose the animals that can best be distinguished from behavioral approach of taxonomy

- i. Birds
 - ii. Fireflies
 - iii. Worms
 - iv. Cats
-
- A. i and ii
 - B. ii and iii
 - C. i, ii and iv
 - D. All of the above

Pilih haiwan yang paling sesuai boleh dibezakan dengan menggunakan pendekatan taksonomi tingkah laku

- i. Burung*
 - ii. Kelip-kelip*
 - iii. Cacing*
 - iv. Kucing*
-
- A. i dan ii*
 - B. ii dan iii*
 - C. i, ii dan iv*
 - D. Semua di atas*

27. Choose two technologies that can be applied to record songs or calling patterns of a species

- A. Oscilloscope and camera
- B. Camera and binoculars
- C. Ultrasound detector and oscilloscope
- D. Ultrasound detector and binoculars

Pilih dua teknologi yang boleh digunakan untuk merekod corak lagu dan panggilan sesuatu spesies

- A. Osiloskop dan kamera*
- B. Kamera dan teropong*
- C. Pengesan ultra-bunyi dan osiloskop*
- D. Pengesan ultra-bunyi dan teropong*

28. Choose the role of all parasites and symbionts in revealing the evolutionary history of their hosts
- A. They can be indicators of their hosts' affinities
 - B. They exist since their hosts existed
 - C. The same species of parasite or symbiont always exist in all the hosts that belong to one family
 - D. They will not experience morphological change once attach to a host

Pilih peranan semua parasit dan simbion dalam mendedahkan sejarah evolusi perumah masing-masing

- A. *Parasit dan simbion boleh menjadi penunjuk kepada afiniti perumah masing-masing.*
- B. *Parasit dan simbion wujud sejak perumah masing-masing wujud*
- C. *Spesies parasit atau simbion yang sama selalu wujud dalam semua perumah daripada famili yang sama*
- D. *Parasit dan simbion tidak akan mengalami perubahan morfologi apabila sudah terlekat pada suatu perumah*

29. Based on Figure 4, which of the following pair has the closest relationship?

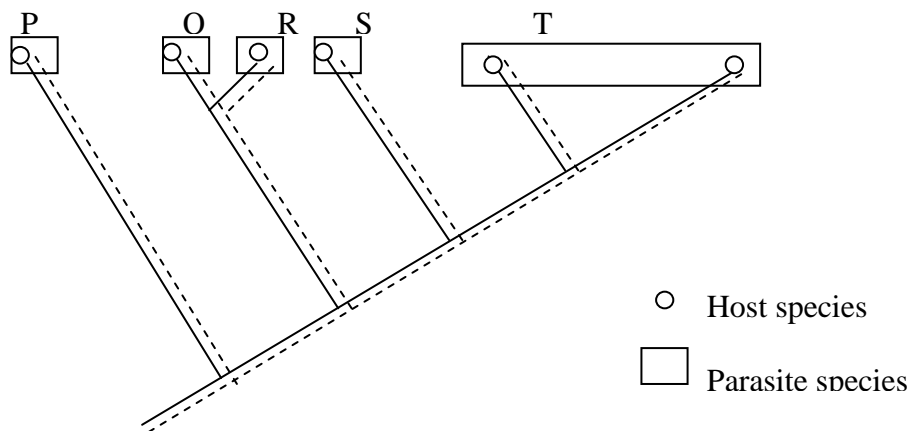


Figure 4 / Rajah 4

- A. Q and R
- B. R and S
- C. T and U
- D. P and Q

Berdasarkan Rajah 4, pasangan manakah yang berikut mempunyai perhubungan yang paling rapat?

- A. *Q dan R*
- B. *R dan S*
- C. *T dan U*
- D. *P dan Q*

30. What aspects of chromosomes are useful in cytotaxonomy?

- i. Morphology of the chromosomes
- ii. Behaviour of the chromosomes
- iii. Numbers of the chromosomes
- iv. Mechanisms in the chromosomes

- A. i and ii
- B. i and iii
- C. i, ii and iv
- D. All of the above

Apakah aspek kromosom yang berguna dalam sitotaksonomi?

- i. Morfologi kromosom*
- ii. Tingkah laku kromosom*
- iii. Bilangan kromosom*
- iv. Mekanisme dalam kromosom*

- A. i dan ii*
- B. i dan iii*
- C. i, ii dan iv*
- D. Semua di atas*

31. _____ places groups of species into units of common evolutionary descent

- A. Characterisation
- B. Taxonomy
- C. Nomenclature
- D. Systematization

_____ *meletak kumpulan spesies kepada unit keturunan evolusi yang sama*

- A. Pencirian*
- B. Taksonomi*
- C. Tatanama*
- D. Penyusunan bersistem*

32. _____ is the highest order in Linnaeus hierarchical classification scheme

- A. Order
- B. Phylum
- C. Kingdom
- D. Class

_____ merupakan turutan paling tinggi dalam skema klasifikasi hierarki Linnaeus

- A. Order
- B. Filum
- C. Alam
- D. Kelas

33. Which of the following is one of the resources to study the morphology of an animal species?

- A. Herbarium
- B. DNA sequence
- C. Preserved skeleton
- D. Blood sample

Manakah antara berikut merupakan salah satu sumber untuk mengkaji morfologi sesuatu spesies haiwan?

- A. Herbarium
- B. Jujukan DNA
- C. Rangka terawet
- D. Sampel darah

34. A trinomial name includes _____ besides genus and species

- A. a local name
- B. a subspecies epithet
- C. the most recent ancestor
- D. the kingdom the species belongs to

Satu nama trinomial termasuk _____ selain daripada genus dan spesies

- A. nama tempatan
- B. epitet subspecies
- C. leluhur terkini
- D. alam spesies itu berada

35. Choose the **CORRECT** statements

- i. All animals are placed in Kingdom Animalia
 - ii. Cnidaria and sea stars are grouped under radiata
 - iii. Development of body cavities is one of the major evolutionary divergence among animals
 - iv. Development of body plans is one of the major evolutionary divergence among animals
- A. i and ii
 - B. ii and iii
 - C. i, ii and iv
 - D. All of the above

*Pilih pernyataan yang **BETUL***

- i. Semua haiwan diletak bawah Kingdom Animalia*
 - ii. Cnidaria dan bintang laut dikumpulkan bawah radiata*
 - iii. Perkembangan kaviti badan merupakan salah satu pencapahan evolusi utama antara haiwan*
 - iv. Perkembangan pelan badan merupakan salah satu pencapahan evolusi utama antara haiwan*
- A. i dan ii*
 - B. ii dan iii*
 - C. i, ii dan iv*
 - D. Semua di atas*

36. Choose the molecular systematic methods that involve restriction enzyme

- i. DNA sequencing
 - ii. Restriction fragment length polymorphism (RFLPs)
 - iii. Amplified fragment length polymorphisms (AFLPs)
 - iv. Random amplified polymorphic DNA (RAPDs)
- A. i and ii
 - B. ii and iii
 - C. i and iv
 - D. All of the above

Pilih kaedah sistematik molekul yang melibatkan enzim pembatasan

- i. Penjujukan DNA*
 - ii. Polimorfisme kepanjangan serpihan sekatan (RFLPs)*
 - iii. Polimorfisme kepanjangan serpihan amplifikasi (AFLPs)*
 - iv. Kepelbagaian DNA amplifikasi secara rawak (RAPDs)*
- A. i dan ii*
 - B. ii dan iii*
 - C. i dan iv*
 - D. Semua di atas*

37. What is the stage of Polymerase Chain Reaction that needs to be conducted at 72°C?

- A. Denaturation
- B. Annealing
- C. Extension
- D. Preparation

Apakah peringkat Tindak balas Rantaian Polimerase yang perlu dijalankan pada suhu 72°C?

- A. Penyahaslian*
- B. Penyepuhlindapan*
- C. Pemanjangan*
- D. Penyediaan*

38. _____ are regions of DNA with short repeats of nucleotides, like ACACAC or TGATGATGA

- A. Restriction fragment length polymorphism (RFLPs)
- B. Amplified fragment length polymorphisms (AFLPs)
- C. Microsatellites
- D. Allozymes

_____ merupakan rantau DNA yang terdiri daripada ulangan pendek nukleotida, seperti ACACAC atau TGATGATGA

- A. Polimorfisme kepanjangan serpihan sekatan (RFLPs)
- B. Polimorfisme kepanjangan serpihan amplifikasi (AFLPs)
- C. Mikrosatelit
- D. Alozim

39. Allozyme has long been used in assessing the genetic variation of

- i. intraspecies
- ii. population genetics
- iii. closely related species
- iv. distant related families

- A. i and ii
- B. i and iii
- C. i, ii and iii
- D. All of the above

Alozim telah lama digunakan dalam menguji variasi genetik

- i. *intraspesies*
- ii. *genetik populasi*
- iii. *spesies berkait rapat*
- iv. *famili berkait jauh*

- A. *i dan ii*
- B. *i dan iii*
- C. *i, ii dan iii*
- D. *Semua di atas*

40. In the phylogenetic analyses, a character is equivalent to a nucleotide position, and a/an _____ of that character is the specific nucleotide (A/T/G/C) at that position

- A. alignment
- B. character state
- C. repeat
- D. weight

Dalam analisis filogenetik, satu ciri bersamaan dengan satu kedudukan nukleotida, dan _____ pada ciri tersebut ialah nukleotida khusus (A/T/G/C) pada kedudukan tersebut

- A. *penjajaran*
- B. *keadaan ciri*
- C. *ulangan*
- D. *pemberat*

SECTION B [20 marks/markah]
ANSWER **ONE** QUESTION ONLY
JAWAB **SATU** SOALAN SAHAJA

1. Discuss the evolutionary characteristics of nonvascular plants to be adapted to terrestrial.

Bincangkan ciri evolusi tumbuhan tak bervaskular untuk beradaptasi kepada daratan.

(20 marks/markah)

2. Discuss the embryological features that are valuable in plant systematics.

Bincang ciri embriologi yang bernilai dalam sistematik tumbuhan.

(20 marks/markah)

SECTION C [40 marks/markah]ANSWER **TWO** QUESTIONS ONLYJAWAB **DUA** SOALAN SAHAJA

1. (a) Explain immunotaxonomy, including its concept.
Terangkan imunotaksonomi, termasuk konsepnya.
(14 marks/markah)
- (b) Describe serial dilution techniques practised in immunotaxonomy.
Jelaskan teknik pencairan bersiri yang digunakan dalam imunotaksonomi.
(6 marks/markah)
2. (a) Explain the change on the major divisions of life proposed by Aristotle, Haeckel (1866) and Whittaker (1969).
Terangkan perubahan pada pembahagian utama kehidupan yang dicadangkan oleh Aristotle, Haeckel (1866) dan Whittaker (1969).
(8 marks/markah)
- (b) Define the following.
- (i) Morphological species concept.
 - (ii) Biological species concept.
 - (iii) Evolutionary species concept.
 - (iv) Phylogenetic species concept.
- Takrifkan yang berikut.*
- (i) *Konsep spesies morfologi.*
 - (ii) *Konsep spesies biologi.*
 - (iii) *Konsep spesies evolusi.*
 - (iv) *Konsep spesies filogenetik.*
- (12 marks/markah)

3. (a) Define DNA alignment. List down the potential problems with DNA alignment in molecular systematic analyses.

Takrifkan penjajaran DNA. Senaraikan potensi masalah dengan penjajaran DNA dalam analisis sistematik molekul.

(5 marks/markah)

- (b) Explain how DNA sequence data is utilised in phylogenetic analysis.

Terangkan bagaimana data jujukan DNA digunakan dalam analisis filogenetik.

(15 marks/markah)