
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2007/2008

April 2008

BMT 203/3 – Microbial Genetics
[Genetik Mikrob]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

Instructions: Answer **FIVE** (5) out of **SIX** (6) questions, in English or Bahasa Malaysia. Each question carries 20 marks.

[Arahan: Jawab **LIMA** (5) daripada **ENAM** (6) soalan yang diberikan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia. Tiap-tiap soalan bernilai 20 markah.]

- 2 -

1. Craig Venter's group had successfully chemically synthesized an artificial chromosome for a bacterium and it is currently waiting to be placed in a cellular environment to be activated. If successful, design of novel microbes will be a reality. Using your imagination, choose a new metabolism that you wish to develop and explain its importance. Explain the important characteristics needed by the artificial chromosome for it to replicate and express the genes involved in the above metabolism.

(20 marks)

2. Define the roles of the following proteins in DNA replication

Primase
DNA ligase
Helicase
DNA polymerase I
Epsilon subunit of DNA polymerase III

(20 marks)

3. [a] Describe the anti-termination mechanisms used by the bacteriophage lambda to regulate its genes.

(5 marks)

- [b] The nutritional status of the *Escherichia coli* host is important for the bacteriophage lambda life cycle. Describe the mechanism which allows lambda to switch its lysogenic condition to a lytic state.

(15 marks)

4. [a] Conjugation, transduction and DNA transformation are three important DNA transfer mechanisms in microbial genetics. Discuss the advantages and disadvantages of each mechanism.

(12 marks)

- [b] A generalized transduction experiment was performed using the following strains of *Bacillus subtilis*.

Donor:		<i>trp</i> ⁺	<i>met</i> ⁻	<i>arg</i> ⁺
Recipient:	<i>trp</i> ⁻	<i>met</i> ⁺	<i>arg</i> ⁻	
Trp ⁺	Met ⁻	Arg ⁺		1875
Trp ⁺	Met ⁻	Arg ⁻		18
Trp ⁺	Met ⁺	Arg ⁺		175
Trp ⁺	Met ⁺	Arg ⁻		332

Determine the distance between the genes and their order.

(8 marks)

5. The DNA sequence (sense strand) below corresponds to that of a leader RNA and mRNA of an *Escherichia coli* K12 amino acid biosynthetic operon.

5'...TAAGCATTTCATCGGAATTTTTATGACACGCGTTCAATTTAAACACCACCATCATC
ACCATCATCCTGACTAGTCTTTTCAGGCGATGTGTGCTGGAAGACATTCAGATCTTCCAGT
GGTGCATGAACGCATGAGAAAGCCCCCGGAAGATCATCTTCCGGGGGCTTTTTTTTTGGC
GCGCGATACAGACCGGTTTCAGACAGGATAAAGAGGA ACGCAGAATGTTAGACAACACCC
GCTTACGCATAGCTATTCAGAAAT...3'

- [a] Circle the initiation and termination codons of the leader peptide. (2 marks)
- [b] Write the predicted amino acid sequence of the leader peptide below the appropriate codons. (Use the attached codon table). (2 marks)
- [c] This sequence is derived from the control region of the operon for which amino acid? (2 marks)
- [d] Underline the transcriptional termination region. (2 marks)
- [e] Using opposing arrows drawn above the sequences, identify the palindromic (stem and loop) region corresponding to the transcriptional terminator during attenuation. (2 marks)
- [f] Describe how the different base-paired structures that can be formed by the leader RNA during attenuation when the levels of the relevant amino acid vary. (10 marks)

(Detached this page and attach it to your answer book).

6. [a] Explain how low levels of glucose can play a role in the regulation of the *lac* operon.

(8 marks)

- [b] In the *lac* operon, the repressor gene is (I), the promoter is (P), the operator (O), and the structural genes are beta-galactosidase (Z) and permease (Y). Use your knowledge of the *lac* operon to complete the following table. Insert "+" where a functional enzyme is produced and "-" where no functional enzyme is produced by each of the six F' merozygous strain listed below:

Genotype of F'	Beta-Galactosidase		Permease	
	No Lactose	With Lactose	With Lactose	With Lactose
1) I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺ /I ⁺ P ⁻ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
2) I ⁻ P ⁺ O ^c Z ⁺ Y ⁺ /I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
3) I ^s P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁻ /I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
4) I ⁻ P ⁺ O ^c Z ⁺ Y ⁺ /I ⁻ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
5) I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺ /I ⁻ P ⁻ O ⁺ Z ⁺ Y ⁻				
6) I ⁺ P ⁻ O ⁺ Z ⁺ Y ⁻ /I ⁻ P ⁺ O ^c Z ⁺ Y ⁺				

(12 marks)

(Detached this page and attach it to your answer book).

- 6 -

		Second Position				
		U	C	A	G	
First Position	U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U
		UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys	C
		UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } Stop	UGA } Stop	A
		UUG } Leu	UCG } Ser	UAG } Stop	UGG } Trp	G
	C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U
		CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	C
		CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	A
		CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	G
	A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U
		AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	C
		AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg	A
		AUG } Met	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg	G
	G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U
		GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	C
		GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly	A
		GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	G
						Third Position

CODON TABLE

1. Kumpulan Craig Venter telah berjaya mensintesis secara kimia satu kromosom buatan untuk bakteria dan sekarang sedang menunggu untuk ditempatkan dalam persekitaran sel untuk di aktifkan. Jika berjaya, pereka-bentukan mikrob baru akan menjadi kenyataan. Dengan menggunakan imaginasi anda, bentuk satu metabolisme baru dan terangkan kepentingannya. Terangkan semua ciri penting yang diperlukan oleh kromosom buatan tersebut untuk melakukan proses replikasi serta ekspresi semua gen yang terlibat dalam metabolisme di atas.

(20 markah)

2. Terangkan peranan semua protein tersebut dalam proses replikasi DNA.

Primase
DNA ligase
Helicase
DNA polymerase I
Subunit epsilon DNA polymerase III

(20 markah)

3. [a] Terangkan mekanisme anti-terminasi yang digunakan oleh bakteriofag lambda untuk mengawalatur gennya.

(5 markah)

- [b] Status nutrisi perumah *Escherichia coli* sangat penting untuk kitar hidup bakteriofag lambda. Terangkan mekanisme yang membolehkan lambda untuk menukar daripada keadaan lisogeni ke keadaan lisis.

(15 markah)

4. [a] Konjugasi, transduksi dan transformasi DNA adalah tiga mekanisme pemindahan DNA yang penting dalam genetika mikrob. Bincangkan kelebihan dan kelemahan setiap mekanisme.

(12 markah)

- [b] Satu eksperimen transduksi umum telah dilakukan dengan menggunakan strain *Bacillus subtilis* berikut.

Penderma:	<i>trp</i> ⁺	<i>met</i> ⁻	<i>arg</i> ⁺	
Penerima:	<i>trp</i> ⁻	<i>met</i> ⁺	<i>arg</i> ⁻	
Trp ⁺	Met ⁻	Arg ⁺		1875
Trp ⁺	Met ⁻	Arg ⁻		18
Trp ⁺	Met ⁺	Arg ⁺		175
Trp ⁺	Met ⁺	Arg ⁻		332

Tentukan jarak antara gen serta tertib mereka.

(8 markah)

5. Jujukan DNA (bebenang bererti) di bawah adalah berpadanan dengan RNA pemimpin dan mRNA operon biosintesis asid amino dalam *Escherichia coli* K12.

```
5'...TAAGCATTTCATCGGAATTTTTATGACACGCGTTCAATTTAAACACCACCATCATC
ACCATCATCCTGACTAGTCTTTCAGGCGATGTGTGCTGGAAGACATTAGATCTTCCAGT
GGTGCATGAACGCATGAGAAAGCCCCCGGAAGATCATCTTCCGGGGGCTTTTTTTTTGGC
GCGCGATACAGACCGGTTTCAGACAGGATAAAGAGGA ACGCAGAATGTTAGACAACACCC
GCTTACGCATAGCTATTCAGAAAT...3'
```

- [a] Bulatkan kodon pemula dan penamat peptida pemimpin.
(2 markah)
- [b] Tuliskan jujukan asid amino jangkaan peptida pemimpin di bawah kodon yang bersesuaian. (Gunakan jadual kodon yang berlampiran).
(2 markah)
- [c] Jujukan ini di ambil daripada kawasan pengawalaturan operon untuk asid amino yang mana satu?
(2 markah)
- [d] Gariskan kawasan penamatan transkripsi.
(2 markah)
- [e] Dengan melukis anak panah berlawanan atas jujukan berkenaan, tunjukkan kawasan berpaling (batang dan gelung) yang berkaitan dengan penamatan transkripsi semasa atenuasi.
(2 markah)
- [f] Terangkan bagaimana struktur pasangan bes yang berbeza yang boleh dibentuk oleh RNA pemimpin semasa atenuasi apabila paras asid amino yang berkenaan berubah?
(10 markah)

(Pisahkan muka surat ini dan kepilkan kepada buku jawapan anda)

6. [a] Terangkan bagaimana tahap rendah glukosa boleh memainkan peranan dalam pengawalaturan operon *lac*.

(8 markah)

- [b] Dalam operon *lac*, gen repressor ialah (I), promoter ialah (P), operator ialah (O), dan gen struktur pula ialah beta-galactosidase (Z) dan permease (Y). Dengan menggunakan pengetahuan anda mengenai operon *lac*, lengkapkan jadual berikut. Tempatkan "+" apabila gen yang berfungsi dihasilkan dan "-" apabila tiada gen yang berfungsi dihasilkan oleh setiap strain merozigot F' yang disenaraikan di bawah:

Genotip F'	Beta-Galactosidase		Permease	
	Tanpa Laktosa	Dengan Laktosa	Tanpa laktosa	Dengan Laktosa
1) I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺ /I ⁺ P ⁻ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
2) I ⁻ P ⁺ O ^c Z ⁺ Y ⁺ /I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
3) I ^s P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁻ /I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
4) I ⁻ P ⁺ O ^c Z ⁺ Y ⁺ /I ⁻ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺				
5) I ⁺ P ⁺ O ⁺ Z ⁺ Y ⁺ /I ⁻ P ⁻ O ⁺ Z ⁺ Y ⁻				
6) I ⁺ P ⁻ O ⁺ Z ⁺ Y ⁻ /I ⁻ P ⁺ O ^c Z ⁺ Y ⁺				

(12 markah)

(Pisahkan muka surat ini dan kepilkan kepada buku jawapan anda).

		Second Position				
		U	C	A	G	
First Position	U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U
		UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys	C
		UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } Stop	UGA } Stop	A
		UUG } Leu	UCG } Ser	UAG } Stop	UGG } Trp	G
	C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U
		CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	C
		CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	A
		CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	G
	A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U
		AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	C
		AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg	A
		AUG } Met	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg	G
	G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U
		GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	C
		GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly	A
		GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	G

JADUAL KODON