

一九九九年第十屆國際生物奧林匹亞試題 及評析（續）

李玲玲*、蕭淑娟**、胡苓芝***、曾哲明**** 翻譯

*國立臺灣大學 生物系

**國立中興大學 植物系

***臺北市立第一女子中學

****國立臺灣師範大學 生物系

C 部份：填答題

81. 從不同來源的體細胞有可能融合在一起，產生體細胞融合，融合細胞經常只保留部份原先細胞擁有的染色體，而且每個融合細胞皆不同。細胞如缺乏 HGPRT 酵素，則對 8-azaguanine (8-azaG) 有抗性；如果細胞缺的是 TK 酵素，則對 5-bromodeoxyuridine (BudR) 有抗性。HPGRT 及 TK 皆不是細胞在一般狀況下生長所必須的。爲了標示人類基因圖譜，一位科學家將含 HGPRT 但不具 TK 人類細胞與含 TK 但不含 HGPRT 老鼠細胞融合。

81a. 如果她要篩選出不具有 HGPRT 及 TK 的融合細胞，需要在培養基中加入下列什麼藥物？

- A. 8-azaG B. BudR C. 加入 8-azaG 及 BudR
 D. 不加 8-azaG，也不加 BudR E. HGPRT F. TK
 G. 加入 HGPRT 及 TK H. 不加 HGPRT，也不加 TK

在獲得融合細胞之後，她開始分析五個融合細胞株是否含有五種人類酵素，她同時也檢測融合細胞株中是否含四種特定的人類染色體，細胞顯示於下表：

		融合細胞株				
		A	B	C	D	E
人類酵素	I	-	+	-	+	-
	II	-	-	-	-	-
	III	+	-	-	+	-
	IV	+	-	+	+	+
	V	+	-	-	+	-
人類染色體	1	-	+	-	+	-
	3	+	-	-	+	-
	8	-	-	-	+	+
	17	+	+	+	+	+

“+”產生，“-”不產生

81b.在虛線上寫下每個染色體具有 I~V 有什麼酵素的基因。

染色體 1 : _____ 染色體 3 : _____

染色體 8 : _____ 染色體 17 : _____

82.人類細胞染色質每 mg DNA 含 1.08mg 組蛋白，0.7mg 非組蛋白假說平均一 mole 的基因含 10^6 克 DNA，而組蛋白及非組蛋白的平均分子量為 12,000 及 17,000 道爾吞。

82a.平均每一基因有多少分子的染色體蛋白與其結合？將答案填在橫線處。

組蛋白分子：_____ 非組蛋白分子：_____

82b.如果平均每一人類細胞含 10^{13} 道爾吞 DNA，則有多少分子的染色體蛋白與其結合？

82c.根據一個解釋真核細胞基因表現調節的假說模式，某些染色質蛋白的功能是活化因子，啓動一大套基因；假設此活化因子誘發 1000 個基因的表現，如果每一基因需要一分子的活化因子，而細胞是雙套的，則此活化因子佔總染色體蛋白的多少%？

83.下表中含有一系列植物及動物細胞所含有的構造物。以 (x) 符號標出與特定構造物相符的描述。

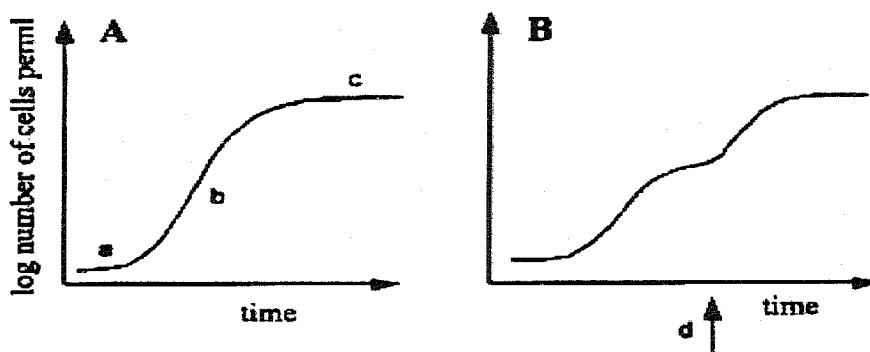
	僅存 植物細胞	僅存 動物細胞	含 DNA	合成澱粉	光合作用	具顏色
葉綠體						
核醣體						
前質體						
內質網						
微絲						
粒線體						
核						
細胞壁						
高基氏體						

84.粒線體是一種有膜的胞器，我們有可能製備純的粒線體，並加以各種不同的處理。如果你將保存在 37°C、等張緩衝液中的粒線體作下列處理，則後果如何？

有些處理的效應可能相同；有些效應可能在任何處理下皆不發生。以“x”標示出每種不同處理可能產生的效應。每一處理只標示一個效應。

	處理							
	濕度上升 30°C	溫度下降 30°C	清潔劑	溶菌素	蛋白分解酶	氰化物	ATP	丙酮酸
膜被破壞								
膜變得較固化								
電子傳遞開始“逆向”運行，故消耗了 ATP								
電子傳遞到氧的程序被抑制								
物質被攝取並氧化								
不發生任何現象								

85. 下圖顯示大腸桿菌的兩種生長曲線；這兩組菌皆生長在簡單的礦物質—無機鹽培養基，且不加任何養份。以圖 A 而言，在實驗之初，每 100ml 加入 0.2g 葡萄糖；以圖 B 而言，在實驗之初，每 100ml 加入 0.05g 葡萄糖。



85a. 圖 A 中的 a、b 及 c 等三個生長期的正確名稱為何？從 1-4 等四個名稱中選一個，填入適當空格中。

1 = 死亡期 2 = 幾何級數生長期 3 = 遲滯期（潛伏期） 4 = 靜止期

Phase a is _____ Phase b is _____ Phase c is _____

85b. 在圖 B 中，於“d”時間點加入下列何種物質會導致圖上呈現的現象？

_____ A. 0.05g 氰化鉀 _____ B. 0.05g 葡萄糖 _____ C. 0.05g 乳糖

____D. 0.05g 丙酮酸鈉 ____E. 0.05g 疊氮化鈉

86. A 至 F 程序在真核細胞中發生的順序為何？

____A. 多肽鏈運送 ____B. 核醣體附在 RNA 上 ____C. RNA 聚合酶附在 DNA 上
 ____D. 剪接 RNA ____E. 轉錄 ____F. 多肽鏈彎曲折疊

以英文字母代號，將正確順序標示出來：_____

87. 如果你要選殖在肝細胞中的人類基因，而且懷疑此基因與遺傳疾病有關。

87a. 你將從下列何者著手進行？

____A. 人體染色體基因庫 ____B. 人體肝細胞的 cDNA 庫
 ____C. 人體細胞的 DNA ____D. 人體 tRNA 庫

87b. 不論你在 87a 選擇何者，如果你只能用選殖在噬菌體中的人類染色體基因庫（亦即無法取得任何其他材料）；而你已經辨認出一特定噬菌體株攜帶有你有興趣的基因，而此基因存在於一段至少含 10 種其他不相關基因的 DNA 片斷中。則若要篩選出一個含有你要的基因植株，其合理步驟依次為何？（下列之步驟無法提供基因的辨認，只是將植株製造出來而已。）

____A. 以限制酶切 DNA ____B. 以 DNA 接合酶處理
 ____C. 從起始物質萃取 DNA ____D. 轉型大腸菌細胞
 ____E. 從載體（質體）DNA 與 DNA 庫混合 ____F. 將混合物加熱，使酵素去活性
 以字母 A~F 標出以上步驟進行的順序，你可能需要重覆使用上述步驟：_____

植物解剖學和生理學

88. 以下不同的植物激素之作用為何？請將正確選項標以“x”。每種作用僅標記一種激素。

	植物生長素	吉貝素	離層酸	乙烯	細胞分裂素
延後葉綠素的分解					
使氣孔關閉					
激發向光性					
使長日照植物在短日照的情況下開花					
促進香蕉變黃					

89. 在以下 1-7 種過程中，僅有一部分發生在現存植物上。請將正確的過程之編號寫在下列橫線上。

1. DNA → RNA 2. DNA → 蛋白質 3. RNA → DNA 4. DNA → DNA
 5. RNA → 蛋白質 6. 蛋白質 → DNA 7. 蛋白質 → RNA

複製過程是指過程編號_____ 逆(反)轉錄是指過程編號_____

轉錄是指過程編號_____ 轉譯是指過程編號_____

90.請將下列人類身體各種元素的重量百分比填入下表：

元素種類	C-G-N-O-P	重量百分比	1,3,10,18,65
C	_____%	H	_____%
		N	_____%
O	_____%	P	_____%

91.下列有關海水魚和淡水魚的比較說明，於正確處劃記“X”。

	海水魚	淡水魚
攝入較多的水分		
自鰓處排除鹽分		
自鰓的特化細胞吸收鹽分		
比較上具有較稀的連液		

92. A-M 表胎兒和孕婦的循環器官部位。養分可自孕婦的消化道運輸給胎兒，胎兒的廢物則可運輸到孕婦的腎臟排除，離開孕婦腎臟的血液是較為乾淨的。請於下列運輸路徑(1-19)中填入正確代號(A、M)。運輸路徑的起點是剛離開孕婦腸道的血管，終點則為自孕婦腎臟離開的血管。其中第1、10、19步驟的答案已填入。a部分是指自孕婦肝門靜脈到胎兒心臟的過程。b部分是指由胎兒心臟到孕婦腎靜脈的過程。注意：其中某些代號可能不只使用一次。

- | | | |
|--------------|--------------|-------|
| A.母體的右心房和右心室 | B.母體的左心房和左心室 | C.大動脈 |
| D.下大靜脈 | E.肺動脈 | F.肺靜脈 |
| G.肝靜脈 | H.肝門靜脈 | I.腎動脈 |
| J.腎靜脈 | K.臍動脈 | L.臍靜脈 |
| M.胎兒的心臟 | | |

92a.請依序排列下列途徑：

1. H 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____
 6. _____ 7. _____ 8. _____ 9. _____ 10. M

92b.

10. M 11. _____ 12. _____ 13. _____ 14. _____
 15. _____ 16. _____ 17. _____ 18. _____ 19. J

93.某種人類疾病被認為是緣於一隱性突變基因記註為“a”，具有aa基因型的兒童會在10歲前死亡，而“AA”及“Aa”之兒童有相同的存活率。在一個隔離的族群中，成年親代(G₀)

中具有“a”基因者之比例為 0.0100。

93a. 假設沒有新的突變發生，下一代 (G_1) 新生兒為異基因型 (Aa) 者之比例為何？答案取至小數點第四位。_____

93b. 存活至成年的下一代 (G_1) 中具有 “a” 基因之比例為多少？答案取至小數點第四位。

94. 一位考古學家在西伯利亞針葉林帶發現一塊被冰封的長毛象肉塊標本，她想測試這肉塊的 DNA 與現存的印度象 DNA 之間的相似程度，請由以下技術中選出適用於此研究的方法，並將選出進行此分析所需的技術，並依序列出。

- A. 進行 DNA 電泳法
- B. 利用長毛象的 DNA 轉換形成大象細胞
- C. 以羊膜穿刺術分析長毛象標本
- D. 用多鏈聚合酶連鎖反應 (PCR) 處理長毛象及印度象的 DNA
- E. 進行 DNA 之限制酶分解作用
- F. 用酸水解長毛象及印度象的 DNA
- G. 由長毛象的標本分析其細胞核型

列出進行本研究分析所需技術之正確順序，並將其對應之英文代號依序填於虛線上方。

95. 在膜翅目昆蟲 (如螞蟻、蜜蜂及胡蜂) 的性別決定系統中，雄性個體為單套染色體 (n)，而雌性 (如蟻后及工蟻) 具雙套染色體 ($2n$)。

微衛星是指一小段由 1-6 個核苷酸組成的串聯重覆 (tanden repeat)，這些串聯重覆通常在個體間即有不同，而每個特定的微衛星基因座取決於該基因有特定數目的重覆。微衛星常見於大部分真核生物的基因組中。

某實驗中，測試 10 隻工蟻的微衛星 DNA 片段 (標記為 1-10)，他們取自於同一個蟻窩，且在同一個蟻窩內只有一隻蟻后，但蟻后可以和一隻以上的雄蟻交配。

兩個微衛星基因座分別使用引子 (primer) 互補連接到微衛星外端，並用 PCR 擴大基因座。此擴大的 DNA 以放射性物質標記，再將這片段用聚丙烯醯胺凝膠電泳法分離，在此情況下，DNA 將移向陽極，較小的 DNA 移動得較快。電泳完成後，將照相底片置於凝膠上。然後結果顯現深色區域為具有放射性 DNA 之片段，結果如下：

個體	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
基因座 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

個體	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
基因座 2		-	-			-	-	-		
	-			-	-		-		-	-
	-	-			-	-			-	

95a. 在每個基因座中，有多少個基因？

基因座 1：_____ 基因座 2：_____

95b. 從擴大的基因座 1 的電泳結果中，蟻后至少和幾隻雄蟻交配過？_____

95c. 從擴大的基因座 2 的電泳結果中，蟻后至少和幾隻雄蟻交配過？_____

96. 下列 A-F 的遺傳學家各有何貢獻？人名旁的括弧是他（她）們於會議或書面方式提出重要發現的時間。敘述 I-VI 各是描述那一位遺傳學家？請以 A-F 代號填入。

- A 孟德爾 B 摩根 C 密勒
D 艾佛力 E 麥克林特克 F 華生、克立克

I 研究 X 光繞射圖形，提出 DNA 為雙螺旋結構的學者是..... _____

II 提出 X 光可引起突變的學者是..... _____

III 從玉米的不穩定基因座的研究，提出跳躍基因（transposons）觀念的學者是.....

IV 從鏈球菌（舊稱為“肺炎雙球菌”）的研究歸納出基因本質為 DNA 的學者是.....

V 由豌豆的實驗中歸納出成對的遺傳因子可由親代傳給子代，並分離到配子中，遺傳因子彼此不會混合，是出顯性、隱性的名詞。 _____

VI 發現果蠅的性聯遺傳的學者是那一位？他的一位學生 Calvin Bridges 後來證實了基因在染色體上。另一位學生（Alfre H. Sturtevant）則利用聯鎖的比例繪出染色體區域圖（染色體輿圖）。 _____

生態學

97. 一個學生想要估計一段枯木下面“木蝨”的族群數量。她捕捉了 40 隻個體，做上標記後將牠們釋回，讓牠們和原族群的個體充分混合均勻。24 小時之後，她又捕捉了 40 隻“木蝨”，其中只有 16 隻有標記。假設在過去 24 小時，族群中沒有木蝨出生、死亡、移進或移出，請估計這群木蝨的族群數量：

估計這群木蝨的族群數量是：_____

98. 根據島嶼生物地理學的平衡理論，一個島嶼上生物物種的數目取決於新物種移入的頻率和島上原有物種滅絕的頻率兩者之間的平衡。這個理論指出島嶼愈大，島上的生物愈少

滅絕；而且愈靠近大陸的島嶼，愈常有新種移入。所以島嶼上生物的種數會接近物種滅絕與移入頻率平衡時的數量，但是在不同時間，島上的物種組成可能會改變。這種變化稱為“物種變遷”。物種變遷率是物種滅絕率與移入率的總合。

下面四個島的大小和距大陸的遠近均不相同，哪一個島有最多和最少的種數。哪一個島有最高和最低的物種變遷率？請填寫最適當描述的答案（I-IV）。

I.最多物種，中等物種變遷率

II.中等數目的物種數，最低的物種變遷率

III.最少的物種，中等物種變遷率

IV.中等數目的物種數，最高的物種變遷率

a)靠近大陸的大島有_____ b)遠離大陸的大島有_____

c)靠近大陸的小島有_____ d)遠離大陸的小島有_____

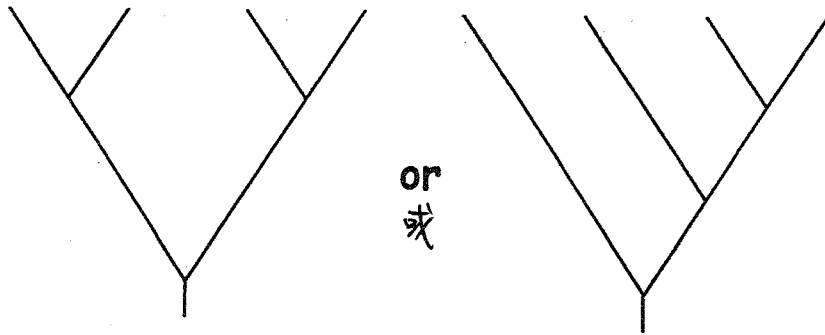
系統分類

99.系統分類利用所謂“樹系分析”的方法找出生物的演化關係。如同下表所示，首先描述生物所具有的特徵。

特徵	蛙	蝙蝠	鴨	食蟻獸
1 乳腺	-	+	-	+
2 翼	-	+	+	-
3 指和趾	+	+	+	+
4 黏黏的舌	+	-	-	+
5 三個內耳小骨	-	+	-	+
6 內溫性	-	+	+	+
7 橫膈	-	+	+	+
8 胎盤	-	+	-	+

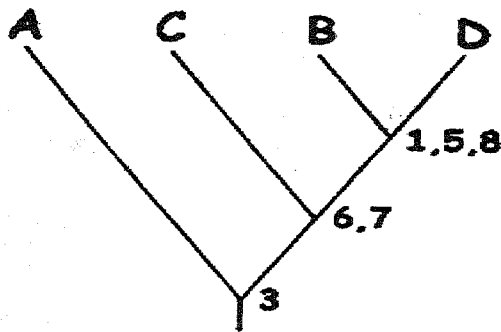
你會發現有些物種共有一些相同的特徵，顯示這些物種可能有關聯。但是共有一些特徵，也可能是趨同演化的結果，這些部分可能會混淆我們企圖重建一群生物間演化關聯的工作。只有來自共同祖先而產生相似的特徵才是演化關聯真正的指標。共有相似的特徵也可能是源自共同的祖先所具有的一個有疑問的特徵。這個特徵無法幫助我們判斷這個祖先之後的演化分枝是什麼情形。為了區分較原始的特徵以及自此特徵演化出來現今的特徵，“樹系分析”利用一項觀念叫“外群比對”。外群是指一種或一群生物，牠們和你所要分析的生物有關聯，但是牠（們）的關聯性比你要分析的生物之間的關聯性低。

然後將要分析的生物分置在一個簡單的分枝圖上（又叫演化分枝圖），有四種生物的分枝圖可能會是下面兩種型式之一：



最好的分枝圖就是最能反映一群生物的特徵分布的狀況，大多數的狀況，選擇分枝圖的條件是“簡約法”，意思就是用最簡約的解釋，也就是分枝圖有最少數目的獨立變化。在分枝圖上每個分枝的基部，標出不同生物所共享的特徵。

此一案例中四種生物所有 15 種可能的分枝圖中最好的一個是下圖：



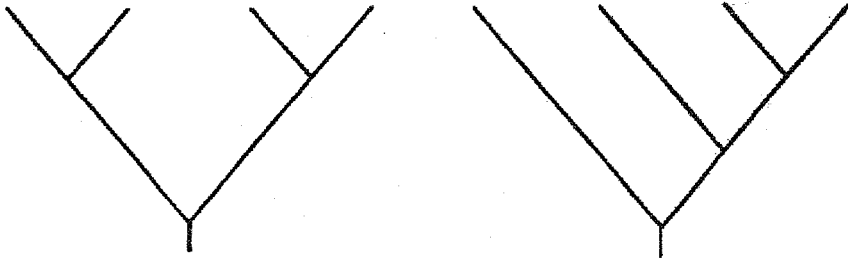
利用以下有關 P、Q、R、S 四種生物具有相似性特徵的資料，請找出分析他們最適當的演化分枝圖。

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1 只有 P 和 Q 在沙漠中處處可見 | 2 只有 R 和 S 會產生種子 |
| 3 四種都有葉綠素 | 4 只有 P 和 Q 有孢子 |
| 5 除了 P 以外都有維管束組織 | 6 只有 R 和 S 有花 |
| 7 只有 Q、R、S 的優勢世代是孢子體 | 8 只有 P 沒有根 |

請選擇適當形狀的分枝圖，在適當的分枝末端分別填寫 P、Q、R、S 字母，並在分

枝基部寫出分枝物種正確的共同特徵。

請把答案填入下圖中：



解答

A 部份

1.	B	13.	B	24a.	B	35a.	D
2.	C	14.	D	25b.	A	35b.	B
3a.	A	15.	C	25.	D	35c.	C
3b.	C	16.	B	26.	C	36a.	A
3c.	A	17.	B	27.	C	36b.	A
4.	B	18.	D	28a.	B	36c.	C
5.	C	19.	deleted	28b.	D	37.	deleted
6.	B	20a.	B	28c.	C	38.	deleted
7.	A	20b.	D	29.	C	39.	B
8.	D	20c.	C	30.	A	40.	B
9.	B	20d.	A	31.	A	41.	A
10.	B	21.	B	32.	deleted	42.	B
11a.	B	22.	deleted	33.	C	43.	B
11b.	B	23.	B	34.	B	44.	C
12.	B			35a.	D	45.	D

B 部份

46.	B	56a.	A	63.	A,B,C,E	71.	B,C
47.	B	56b.	A	64.	A,D,E	72.	A,B,C,D
48.	B, C, E	56c.	C	65.	D	73.	A,C
49.	B	56d.	A, C	66.	B	74.	A,B,C,D
50.	A, B	57.	B, E, G, I	67a.	A,B,D	75.	A,B,C,E
51.	B, E	58.	B, C	67b.	E	76.	A,B,C,E
52.	A, B, C, E	59.	B, C	67c.	B	77.	C,E
53.	B	60.	B	68.	C,D	78.	(deleted)
54.	deleted	61.	A,B,D,E	69.	B,E	79.	C,E,F
55.	deleted	62.	B,C,F	70.	B,C,H	80.	A,B,D,F

C 部份

81a. C

81b. Chromosome 1: I

Chromosome 2: III V

Chromosome 3:

Chromosome 4: IV

82a. No. histone molecules: 90

No. non-histone molecules: 41

82b. 1.31×10^9

82c. 0.00015%

83.

Constituent	Only in Plant cells	Only in Animal cells	Contains DNA	Forms starch	Is photo-synthetic	Is coloured
Chloroplast	x		x	x	x	x
Ribosome						
Proplastid	x		x			
Endoplasmatic Reticulum						
Microfilament						
Mitochondrion			x			
Nucleus			x			
Cell wall	x					
Golgi apparatus						

84.

Effect	Treatment							
	Temperature raised by 30°	Temperature reduced by 30°	Detergent added	Lysozyme added	Protease added	Cyanide added	ATP added	Pyruvate added
The membranes are destroyed	x		x					
The membranes solidify		x						
Electron transport starts running "backwards" so that ATP is consumed								
Electron transport to oxygen is blocked						x		
The compound is taken up and oxidized								x
Nothing happens				x	x		x	

85a. Phases a is 3

Phases b is 2

Phases c is 4

85b. B,C,D

86. C E D B A F

87a. B

87b. C,E,A,F,B,(F),D

88.

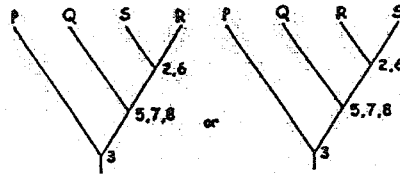
	Auxin	Gibberellin	Abscissic acid	Ethylene	Cytokinin
Delays the breakdown of chlorophyll					x
Closes stomata			x		
Is active in phototropic responses					
Can make long-day plant flower during short days	x				
Makes bananas yellow		x		x	

- 89a. Replication is process nr 4
 Reverse transcription is process nr 3
 Transcription is process nr 1
 Translation is process nr 5
90. C 18%
 H 10%
 N 3%
 O 65%
 P 1%

91.

	Marine fish	Freshwater fish
Higher water intake	x	
Excrete salts across their gills	x	
Absorb salts through specialized cells in their gills		x
Have relatively dilute urine		x

- 92 (deleted) 96. I F 98. a) II b) II
 93a. 0.0198 II C c) IV d) V
 93b. 0.0099 III E
 94. D E A IV D
 95a. Locus 1: 2 V A
 Locus 2: 3 VI B
 95b. 2 97. 100
 95c. 3



實驗試題

對操作考試之一般提示

操作考試時，將測驗你是否知道一些生物學的基本方法、操作程序及技術，而且能夠應用在實驗上。這項測驗將有一連串的試題，編排在四個不同的實驗中。

實驗一：微生物學

實驗二：遺傳及組織學

實驗三：形態及生理學

實驗四：行為學

每一實驗 70 分鐘，你最高可獲得 26~50 分不等，即總分為 150 分，如果你在某些試題有錯誤答案及正確答案，則你得到的分數將比只有正確答案低，即答錯有倒扣。

實驗一提示：微生物學

本題含有兩子題。首先，你必須檢視你前面兩個瓶子中的東西（1 號瓶及 2 號瓶），以找出其不同之處，且找出造成這些差異的原因（問題 1~5）。隨後，你將估算一酵母菌的濃度（3 號瓶），找出是否這瓶的濃度與另一瓶懸浮液的濃度有顯著差異（問題 6~19）。如果對位相差顯微鏡操作有問題，可請求幫忙，你可在試題後面的部份找到使用計算機及

進行統計分析的資料。

在開始你的實驗之前，你必須先回答“問題 1.”，將你的答案給助教，然後助教才會給你其餘的試卷。

(1) 1 號瓶及 2 號瓶混合了甘藍菜及洋蔥碎片，並加入少量的鹽。兩個瓶子曾經保存在不同的環境中，由於微生物的生長情形不同而造成兩瓶外觀上的不同。下列工具中，何者適合直接用來檢驗瓶中的內含物，藉以由微生物的觀點找出造成兩玻璃瓶相異的原因？以 x 表示正確答案。

- A.顯微鏡 B.高壓滅菌器 C. pH 試紙 D.剪刀
 E.天平 F.憑感覺 G.布尺測量 H.手術刀

現在，將第一題的答案交給助教，他將給你其他的試題，然後再開始你的實驗。

(2) 檢試兩個瓶中的氣味及 pH 值，測 pH 值時，以滴管吸取少許液體，滴在 pH 試紙上。以 x 標示出與你的試驗結果相符的項目。

		1 號瓶	2 號瓶
氣味	新鮮或無味		
	強烈或刺鼻		
	巧克力味		
pH	9		
	7		
	5		

(3) 分別從兩個瓶中取出一滴液體，在顯微鏡下觀察；用 10x 目鏡及 40x 物鏡觀察，總放大倍數為 400x；顯微鏡已裝置妥當，不要換物鏡，如果操作位相差顯微鏡有困難，可請助教幫忙。那一個瓶中發現較多的微生物？

含最多微生物的是下列那一瓶（以“x”標示）？

- A.1 號瓶 B.2 號瓶

(4) 利用所附的照片，比較兩實驗瓶中液體所含的微生物。請注意！兩張顯示微生物的照片是使用不同的放大倍率。在含較多微生物的瓶中，那一種微生物最多？以 x 標示答案。

- A. *Staphylococcus* B. *Anabaena* C. *Lactobacillus* D. *Saccharomyces*
 E. *Streptomyces* F. *Micrococcus* G. *Escherichia*

(5) 針對 1 號及 2 號瓶的相異，下列那些解釋較有說服力？以 x 標示。

- A. 其中一瓶的蔬菜有細菌污染。

- _____ B.其中一瓶的蔬菜被醱酵了。
- _____ C.其中一瓶曾經放在 25°C 兩週，而另一瓶放於冰箱中。
- _____ D.其中一瓶有微生物孳長，而另一瓶沒有。
- _____ E.微生物在其中一瓶中早已存在，而另一瓶則沒有。
- _____ F.從一開始，其中一瓶即含有較多水份，所以含有較多細菌。

現在，換到含有酵母懸浮液的 3 號瓶。你必須使用計數槽估算酵母菌數量。計數槽描述如下：

計數槽及使用法

使用計數槽之前，先清潔之；先用水，再用酒精，再以吸水紙小心拭乾，將蓋玻片蓋好；注意，計數槽使用特殊的蓋玻片；從側面注入液體樣本，如圖 a 所示，則液體可滲入蓋玻片下；最後將計數槽放在顯微鏡下觀察。

在計數槽中，有兩個標示有“格子”的區域（圖 b），各有 9mm^2 之面積，以大範圍及小範圍分格之；圖 c 顯示 A 方格 (1mm^2)，以三條線框之，而小範圍格線區別則含有：C, 0.01mm^2 ；D, 0.0025mm^2 ；E, 0.04mm^2 ；and F, 0.005mm^2 。在 400x 放大倍數下，用 D 區來計數最方便，因為這一區可在 400X 下一覽無遺（圖 d）。

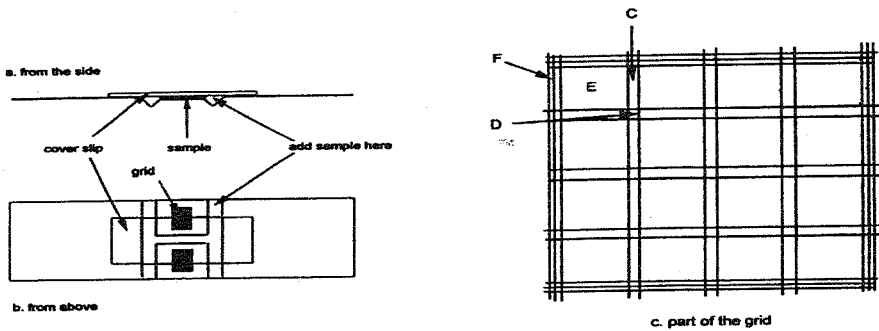


Fig. a - c. The Bürker counting chamber

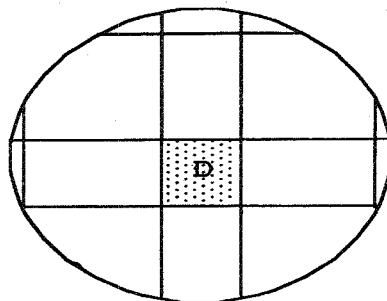


Fig. d. The D area viewed at 400 x total magnification

你必須利用 D 區計算細胞數量（事實上，在 D 區體積之下的細胞數量），計數槽的深度為 0.1mm。

計算時，你必須考慮需要計算幾個 D 區，才能獲得可靠的細胞濃度。

(6)計算數個 D 區中的細胞數量，在下面空白處，寫下每一個 D 區所計算出來的細胞數，然後計算平均值，並寫下計算過的 D 區數及平均每個 D 區的細胞數。

每一計算過的 D 區之細胞數：

有多少 D 區被計算過：

平均值：

(7)從第 6 題所獲得的平均值，計算出懸浮液的細胞濃度，單位為細胞數/毫升。

濃度：

(8)在隨後資料中，你可找到有關 t-test 及 χ^2 -test 的描述，及如何使用計算機。那一種統計法適合決定你所計算出來的細胞濃度與 2.0×10^7 cells/ml 是否有顯著差異？以“x”標示答案。

_____ A. The t-test _____ B. The χ^2 -test _____ C. 兩者皆可以

(9)進行相關的計算，以決定是否你的估算與 2.0×10^7 cells/ml 有顯著差異，在適當的表格中，寫下你的計算結果。

t	
χ^2	

(10)以 $\alpha < 0.05$ 為顯著水準，則統計運算結果顯示你的計算值是否與 2.0×10^7 cells/ml 有顯著差異？只有你的答案符合第 9 題計算結果時，才能得到分數。以“x”標示答案。

_____ A. Yes _____ B. No

※統計法及如何使用計算機

卡方分佈及卡方測驗

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

卡分檢驗用於比較觀察所得的頻度分佈 (O_i) 與預期頻度 (E_i) 間的差異，公式中的 O_i 及 E_i 表示絕對頻度，即等於個體數。

假設你要檢驗子代中不同外表型發生之頻度與你預先依遺傳法則推論的發生頻度間，是否有差異。預期的絕對頻度 (E_i) 乃依據你的假說而計算出來，以這個例子而言，測量種類的數量 (公式中的 k) 表示有多少種的表型。

卡方分布，就像以下描述的 t -分佈一樣，是一種或然率密度函數，卡方值可由 0 到正無限大，請看所附之卡方表右下角的圖。就像 t 值一樣，卡方分佈依自由度 (V) 的不同而改變。以最簡單的例子而言，自由度為測量種類數量 (k) 減一；

$$v = k - 1$$

卡方表中，自由度由上而下遞增，或然率由左而右遞變，而此自由度的相對卡方值也由左而右排列。

由於卡方分布是一種或然率密度函數，故在虛無假說 (H_0) 下，如果 H_0 是正確的，則 χ^2 值會與表中的值一樣或大於表中的值。例如： $\chi^2 (v=5) \geq 1.234$ 的或然率為何？答案是 0.90~0.975 之間。

推翻虛假假說的臨界值經常設定在 $\alpha = 0.05$ ，故一位研究者可以說：他接受 0.05 (即 5%) 水準的顯著性。意思是：如果計算所得之卡方值超過臨界卡方值，則虛假假說已被推翻。

假說計算所得之 $\chi^2 = 4.666$ 與 $v = 2$ 。當 $\alpha = 0.05$ ，臨界值 $\chi^2 (v=2) = 5.991$ 。此時計算所得之 χ^2 值小於臨界卡方值，故虛假假說並未被推翻。

t -分佈最先由 W. S. Gossett 以其筆名 "Student" 命名，故此分布又稱之為 "Student's 分佈"。即樣本算數平均值 (m) 與真平均值 (μ) 間之差異，除以樣本平均之標準機差 (S_m)，公式如下：

$$t = \frac{m - \mu}{s_m}$$

標準機差的計算方式如下：

The *t*-distribution and *t*-test

$$s_m = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

S 代表標準偏差，而 n 為觀察次數。*t* 分布的形狀取決於自由度。

$$v = n - 1$$

t 值表中，自由度由上而下，或然率橫向呈現，或然率與 *t* 分佈曲線中，位於臨界 *t* 值外的區域面積相關連，此圖在所附之 *t* 表之右下角。注意表中只顯示數字上的 *t* 值；由於 *t* 曲線是以 0 為中心的對稱分佈，而且有兩個尾端，各供獻一半的 α 值。

α 值的選擇依你所要的顯著水準而定；相對應的 *t* 值稱為 *t* 的臨界值，以 $\alpha = 0.05$ 及 $v = 5$ 而言，我們發現 $t = 2.571$ 。虛擬假說為：樣本平均與平均無顯著差異；如果觀察所得之 *t* 值絕對值小於臨界 *t* 值，則虛擬假說沒有被推翻。

如何使用計算機進行統計數據運算

欲將計算機設定為統計模式，依序按下列鍵：

2ndF

on/c

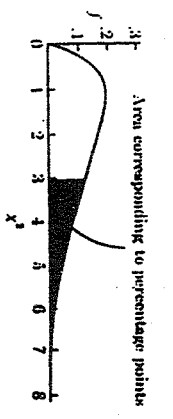
“STAT”的字樣會顯示在右上角，在此模式下，適用每一鍵右側紅色或藍色（依計算機不同而異）的符號。

現在你可開始將數值逐一輸入，在輸入每一數值後按“M+”鍵（此時意指 DATA）。當你進行這一步驟時，顯示幕上會指示輸入多少數值，即 n 值。然後你只要按下適當鍵即可進行統計運算，x 意指平均值（m），s 意指標準偏差（s）。

如果你要離開統計模式，只要再按 on/c 一次。現在你已經準備好進行剩下的計算，以計算出對照表格時所需的數據。

Critical values of the chi-square distribution.

v	α					v			
	0.985	0.975	0.9	0.5	0.1				
1	0.000	0.000	0.016	0.455	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.051	0.211	1.386	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.216	0.584	2.366	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.484	1.064	3.357	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.831	1.610	4.351	9.236	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	1.237	2.204	5.348	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.679	2.893	6.346	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	2.180	3.490	7.344	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.700	4.168	8.343	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	3.247	4.865	9.342	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.816	5.578	10.341	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	4.404	6.304	11.340	18.449	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	5.009	7.042	12.340	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	5.629	7.790	13.339	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	6.262	8.547	14.339	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	6.908	9.312	15.338	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	7.564	10.085	16.338	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	8.231	10.865	17.338	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	8.907	11.651	18.338	27.204	30.184	32.852	36.191	38.582
20	7.434	9.591	12.443	19.337	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	10.283	13.240	20.337	29.615	32.670	35.479	38.932	41.401
22	8.643	10.982	14.042	21.337	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	11.688	14.848	22.337	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.888	12.401	15.659	23.337	33.196	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	13.120	16.473	24.337	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	13.844	17.292	25.336	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	14.573	18.114	26.336	36.741	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	15.308	18.939	27.336	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	16.047	19.768	28.336	39.008	42.527	45.722	49.588	52.336
30	13.787	16.791	20.599	29.336	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
31	14.450	17.539	21.434	30.336	41.422	44.985	48.222	52.191	55.003
32	15.134	18.291	22.271	31.336	42.585	46.194	49.480	53.486	56.329
33	15.815	19.047	23.110	32.336	43.745	47.400	50.725	54.776	57.649
34	16.501	19.808	23.952	33.336	44.903	48.602	51.966	56.061	58.964
35	17.192	20.569	24.797	34.336	46.059	49.802	53.203	57.342	60.275
36	17.887	21.330	25.643	35.336	47.212	50.998	54.437	58.619	61.582
37	18.586	22.106	26.492	36.335	48.363	52.192	55.668	59.892	62.884
38	19.289	22.878	27.343	37.335	49.513	53.384	56.896	61.162	64.182
39	19.996	23.654	28.196	38.335	50.660	54.572	58.120	62.428	65.476
40	20.707	24.433	29.051	39.335	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
41	21.421	25.215	29.907	40.335	52.949	56.942	60.561	64.950	68.053
42	22.138	25.999	30.765	41.335	54.070	58.124	61.777	66.206	69.336
43	22.859	26.785	31.625	42.335	55.230	59.304	62.990	67.459	70.616
44	23.584	27.575	32.487	43.335	56.369	60.481	64.202	68.710	71.893
45	24.311	28.366	33.350	44.335	57.505	61.656	65.410	69.957	73.166
46	25.042	29.160	34.215	45.335	58.641	62.830	66.617	71.201	74.437
47	25.775	29.956	35.081	46.335	59.774	64.001	67.821	72.443	75.704
48	26.511	30.755	35.949	47.335	60.907	65.171	69.023	73.683	76.969
49	27.249	31.555	36.818	48.335	62.038	66.339	70.222	74.919	78.231
50	27.991	32.357	37.689	49.335	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490



Critical values of Student's *t*-distribution.

<i>n</i>	α 0.9	0.5	0.4	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001	α / %
1	.158	1.000	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619	1
2	.142	.816	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598	2
3	.137	.765	.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924	3
4	.134	.741	.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610	4
5	.132	.727	.920	1.476	2.015	2.571	3.565	4.032	6.859	5
6	.131	.718	.906	1.440	1.943	2.447	3.443	3.707	5.959	6
7	.130	.711	.896	1.415	1.895	2.365	3.365	3.599	5.408	7
8	.130	.706	.889	1.390	1.860	2.305	3.298	3.555	5.041	8
9	.129	.703	.883	1.363	1.833	2.262	3.262	3.520	4.781	9
10	.129	.700	.879	1.341	1.812	2.228	3.228	3.487	4.587	10
11	.129	.697	.876	1.323	1.796	2.201	3.201	3.461	4.437	11
12	.128	.695	.873	1.306	1.782	2.179	3.179	3.438	4.318	12
13	.128	.694	.870	1.290	1.771	2.160	3.160	3.418	4.221	13
14	.128	.692	.868	1.275	1.761	2.145	3.145	3.397	4.150	14
15	.128	.691	.866	1.261	1.753	2.131	3.131	3.377	4.073	15
16	.128	.690	.865	1.247	1.746	2.120	3.120	3.358	4.015	16
17	.128	.689	.863	1.233	1.740	2.110	3.110	3.341	3.965	17
18	.127	.688	.862	1.220	1.735	2.101	3.101	3.325	3.922	18
19	.127	.688	.861	1.208	1.729	2.093	3.093	3.311	3.883	19
20	.127	.687	.860	1.195	1.725	2.086	3.086	3.298	3.850	20
21	.127	.686	.859	1.183	1.721	2.080	3.080	3.286	3.819	21
22	.127	.686	.858	1.171	1.717	2.074	3.074	3.275	3.792	22
23	.127	.685	.858	1.159	1.714	2.069	3.069	3.265	3.767	23
24	.127	.685	.857	1.148	1.711	2.064	3.064	3.256	3.745	24
25	.127	.684	.856	1.136	1.708	2.060	3.060	3.248	3.725	25
26	.127	.684	.856	1.125	1.706	2.056	3.056	3.241	3.707	26
27	.127	.684	.855	1.114	1.703	2.052	3.052	3.234	3.690	27
28	.127	.683	.855	1.103	1.701	2.048	3.048	3.228	3.674	28
29	.127	.683	.854	1.091	1.699	2.045	3.045	3.222	3.659	29
30	.127	.683	.854	1.080	1.697	2.042	3.042	3.216	3.646	30
40	.126	.681	.851	1.033	1.684	2.021	3.023	3.204	3.551	40
27	.126	.679	.848	1.026	1.671	2.000	3.000	3.200	3.460	60
20	.126	.677	.845	1.020	1.658	1.980	3.000	3.200	3.373	120
∞	.126	.674	.842	1.000	1.645	1.960	3.000	3.200	3.291	∞

