

# 2005 年第十六屆國際生命科學奧林匹亞競賽 --理論試題(2)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

題目 67~69 平衡透析法常用於判別配體結合蛋白(ligand-binding protein)的解離常數 ( $K_D$ )，本方法是將已知濃度的蛋白質置放於含有不同濃度配體的透析管中，蛋白質與配體一旦結合便無法通過透析膜，所以透析管內的蛋白質濃度將會高於管外透析液的濃度，可藉由下列公式推算解離常數

$$K_D = \frac{[M][L]}{[ML]}$$

[L] 代表配體的濃度

[M] 代表未於配體結合的蛋白質濃度

[ML] 代表與配體結合的蛋白質濃度

[ $M_T$ ] 代表蛋白質的總濃度

( [ $M_T$ ] = [M] + [ML] )

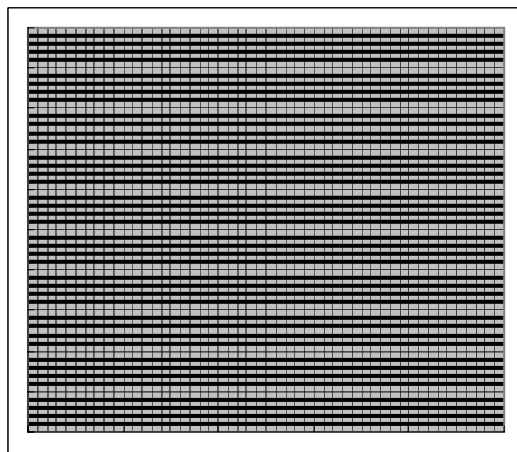
$K_D$  為當 [M] = [ML] 時的配體濃度

下表為某一鈣離子結合蛋白的測量結果，該蛋白質的分子量為 20 kDa，使用的蛋白質濃度為  $1 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$  ( $1 \text{ mg} / \text{ml}$ )

管外透析液中的鈣離子濃度(M)	透析管內的鈣離子濃度(M)	[M]/[ $M_T$ ]
20	30	
50	68	
100	129	
200	237	
400	442	
600	647	
1000	1050	
1500	1548	
2000	2049	

註：ABCDE 選項中劃底線，為參考解答

請算出各濃度下的 [M]/[ $M_T$ ] 比值，並將結果繪入下方的繪圖紙中



67. 一個蛋白質分子可結合多少個鈣離子？
- A. 1  
B. 2  
C. 3  
D. 4  
E. 無法判定
68. 該蛋白質的  $K_D$  為何？
- A. 30 M  
B. 78 M  
C. 95 M  
D. 104 M  
E. 200 M

69. X、Y 為兩種鈣離子結合蛋白，其  $K_D$  分別為 250 nM 和 400 nM，下列敘述何者錯誤？

- ① X 蛋白與鈣離子的結合能力較 Y 蛋白強
- ② 當鈣離子濃度為 400 nM 時，有半數的 Y 蛋白會與鈣離子結合
- ③ 與 Y 蛋白結合的鈣離子較難釋出
- ④ 當相同濃度的 X 蛋白與 Y 蛋白混合後，在鈣離子濃度為 250 nM 時，較多的蛋白 X 會與鈣離子結合
- ⑤ 當相同濃度的 X 蛋白與 Y 蛋白混合後，於鈣離子濃度為 400 nM 時，相同數量的蛋白 X 及蛋白 Y 會與鈣離子結合

- A. ①, ②, ⑤
- B. ②, ④
- C. ③, ④
- D. ④, ⑤
- E. ③, ⑤

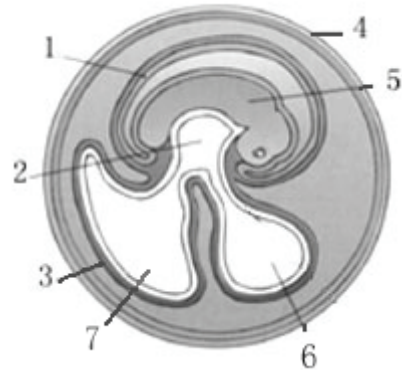
70. 下列哪些為羊膜動物？

- ① 硬骨魚
  - ② 爬蟲類
  - ③ 軟骨魚
  - ④ 無頷魚類
  - ⑤ 哺乳類
  - ⑥ 兩生類
  - ⑦ 鳥類
- A. ①, ④, ⑥, ⑦
  - B. ②, ③, ⑤
  - C. ②, ⑤, ⑦

- D. ②, ④, ⑤, ⑥
- E. ②, ⑤, ⑥, ⑦
- F. ④, ⑤, ⑥, ⑦
- G. ⑤, ⑥, ⑦

71. 下圖為某孵化中胚胎的示意圖，請將正確的數字與結構進行配對。

- A. 羊膜
- B. 胚胎
- C. 尿囊
- D. 絨毛膜
- E. 卵黃囊
- F. 原腸
- G. 尿囊腔



	答案 A-G
1	<u>A</u>
2	<u>E</u>
3	<u>C</u>
4	<u>D</u>
5	<u>B</u>
6	<u>E</u>
7	<u>G</u>

72. 請按照其功能將代表構造的數字填入答案欄中

主要功能	A-G
① 保護胚胎以避免脫水	<u>A</u>
② 提供胚胎養分	<u>E</u>
③ 作為儲存代謝廢物的囊狀構造	<u>G</u>
④ 大量存在於血管中並可形成代謝廢物的囊狀構造	<u>C</u>

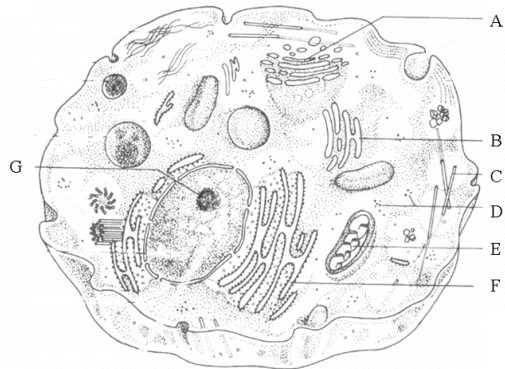
73. 比較四種不同的無脊椎動物①~④，根據 A~F 敘述填入適當的答案：

- ① 蜘蛛
- ② 蝗蟲
- ③ 馬陸
- ④ 蝦

- A. 觸角一對；腳三對
- B. 觸角一對；腳四對以上
- C. 觸角兩對；腳四對
- D. 觸角兩對；腳四對以上
- E. 無觸角；腳三對
- F. 無觸角；腳三對以上

	答案 A-F
①	<u>E</u>
②	<u>A</u>
③	<u>B</u>
④	<u>D</u>

問題 75~84 下圖為一細胞的微構造示意圖



75. 兩張電子顯微鏡照片分別為胰臟腺體細胞及腎元近端腎小管上皮細胞，哪一個構造在胰臟腺體細胞中較發達？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 E

76. 細胞表面面積會隨著生長而增加，哪一個構造負責細胞膜的合成？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 B

77. 對細胞使用氚標記之尿嘧啶( $^3\text{H-Uracil}$ )短時間處理後，再使用自動顯影法進行觀察，哪一個構造可觀察到最強的曝光訊號？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 G

78. 哪一個構造在細胞核內組裝再送至細胞質？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 D

79. 紅血球生成素(EPO)可促進紅血球的製造，EPO 是一種高度糖基化的分泌性蛋白，哪一構造負責紅血球生成素的合成？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 E

80. 哪一個構造為紅血球生成素進行首次糖基化的場所？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 E

81. 哪一個構造為紅血球生成素進行最後一次糖基化的場所？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 A

82. 哪一個構造負責紅血球生成素在細胞內的運輸？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 C

83. 紅血球生成素的受器為一種膜蛋白，哪一個構造負責 EPO 受器的合成？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 E

84. 哪一個構造可合成蛋白質，但其基因序列並不存在於細胞核中？

自 A 至 G 中選出一個正確答案 E

問題 85~92 果蠅和哺乳動物的性別決定都是 XY 型，即 XX 產生雌性，XY 產生雄性

85. 有些生物具有不正常的性染色體，如 XO (只有一個 X 染色體) 或 XXY (額外的 X 染色體)。不正常性染色體產生的原因是：

- A. 受精卵的有絲分裂出現錯誤
- B. 基因突變

C. 在配子形成過程中減數分裂出現錯誤

D. 配子中的性染色體在受精過程中丟失或加倍

86. 在 XXY 型的生物體中，有一個額外的 X 染色體。你如何判定這個 X 染色體是來自精子還是卵子？

- A. 核型分析
- B. 原位雜交
- C. 多形性限制片段分析
- D. DNA 定序

87. 在哺乳動物中，XO 產生雌性，XXY 產生雄性。在果蠅中，XO 產生雄性，XXY 產生雌性。下列哪個是不正確的？

- A. 哺乳動物的 Y 染色體是形成雄性動物所必需
- B. 哺乳動物中的 Y 染色體是性器官發育所必需的
- C. 果蠅中的 Y 染色體是無功能的
- D. 果蠅中的 X 染色體數目可影響性別決定

88. 在具有不正常性染色體的哺乳動物中，具有 XO 型染色體的個體數目遠少於具有 XXY 型的個體數。因此可推測：

- A. 與具有 XXY 染色體的個體相比，具有 XO 染色體的個體更不易存活
- B. 與具有 XXY 染色體的個體相比，具有 XO 染色體的個體更不易繁殖

- C. 差異與個體的性別相關 (XO 產生雌性, XXY 產生雄性)
- D. 以上皆非
89. 在果蠅與哺乳動物中 XX 產生雌性、XY 產生雄性。雌性兩條 X 染色體編碼的基因產物, 與雄性一條 X 染色體編碼的基因產物基本相同。這是通過基因劑量補償實現的。在哺乳動物中, 這是通過將一條 X 染色體轉換成巴爾氏體 (X 失活) 實現的。下列有關巴爾氏體的敘述, 哪個(些)正確?
- ① 只有正常的雌性個體具有巴爾氏體
  - ② 只有正常的雄性個體不具有巴爾氏體
  - ③ 巴爾氏體總是能用來確定人類的性別
  - ④ 巴爾氏體最多只有一個
  - ⑤ 巴爾氏體的數目等於 X 染色體的數目減一
- A. ①, ③, ⑤
- B. ②, ⑤
- C. ④
- D. ⑤
- E. ①, ④, ⑤
90. 在正常的雌性果蠅中, 為何觀察不到巴爾氏體?
- A. 果蠅的 X 染色體太小
- B. 在果蠅中沒有劑量補償的機制
- C. 在果蠅中沒有 X 失活
- D. 在果蠅中很難檢測到異染色質
91. 貓的皮毛顏色是由 X 染色體上的基因決定。XA 是橙色皮毛的顯性等位基因, 而 Xa 是黑色皮毛的隱性等位基因。下列有關 XAXa 雌貓和 XAY 雄貓的後代皮毛顏色的敘述, 何者正確?
- A. 牠們都是橙色
- B. 所有雌貓都是橙色, 雄貓有一半是橙色
- C. 若不論性別, 有一半是橙色, 另一半的皮毛則是橙色與黑色相互鑲嵌
- D. 所有具有鑲嵌皮毛顏色的全是雌貓
92. 控制人類汗腺的一個基因位於 X 染色體上。一對雙胞胎姐妹具有不同汗腺表型。一個在左臂上沒有汗腺, 另一個左臂上有汗腺。下列敘述哪個(些)正確?
- ① 這對雙胞胎不是同卵雙胞胎
  - ② 她們都是此基因的異基因型
  - ③ 不同表型的原因是隨機的 X 失活
  - ④ X 失活一定在受精卵第一次分裂後發生
- A. ①, ②, ③, ④
- B. ①
- C. ②, ③
- D. ③
- E. ②, ③, ④
93. 菌根是真菌和植物根的共生體。下列有關菌根的敘述, 哪個(些)正確?
- ① 它們通常對植物的根有害, 而對真菌有益
  - ② 它們通常對植物有益, 對真菌有害

- ③ 它們幫助植物吸收水和礦物質  
 ④ 它們能幫助根毛區上方較老根區為植物提供礦物質

- A. ①, ③, ④  
 B. ②, ③, ④  
 C. ③, ④  
 D. ③

94. 當保衛細胞怎麼樣時，植物的氣孔開放？

- A. 通過主動運輸聚集水  
 B. 感受到葉的氣隙中  $\text{CO}_2$  的含量增加  
 C. 變得更加腫脹，因為  $\text{K}^+$  流入，隨後水滲透進入  
 D. 感到整株植物水含量低時

95. 植物下列的過程中，何者能受光敏色素的調節？

- ① 種子萌發  
 ② 開花  
 ③ 莖的延伸  
 ④ 氣孔的開閉  
 A. ①, ②, ③, ④  
 B. ①, ②, ③  
 C. ①, ②  
 D. ①

96. 如果  $N$  代表人口數， $r$  代表人均出生率和死亡率的差異， $K$  代表最大負荷量， $t$  代表時間，下列何者最能描述人口的邏輯增長？

A.  $\frac{dN}{dt} = rN$

B.  $\frac{dN}{dt} = rNK$

C.  $\frac{dN}{dt} = r(K-N)$

D.  $\frac{dN}{dt} = rN\left(\frac{K-N}{K}\right)$

98. 下列哪個生態系統中具有最低的每平方米初級生產量？

- A. 一塊鹽沼  
 B. 一片開闊的海洋  
 C. 一片草原  
 D. 一個熱帶雨林

99. 下列有關古細菌與真細菌的敘述，哪個(些)正確？

- ① 它們不具有核膜  
 ② 在它們的膜脂質中都具有分支鏈  
 ③ 它們具有一種 RNA 聚合酶  
 ④ 它們具有環狀的染色體  
 A. ①, ②, ④  
 B. ①, ④  
 C. ②, ③  
 D. ①, ②, ③

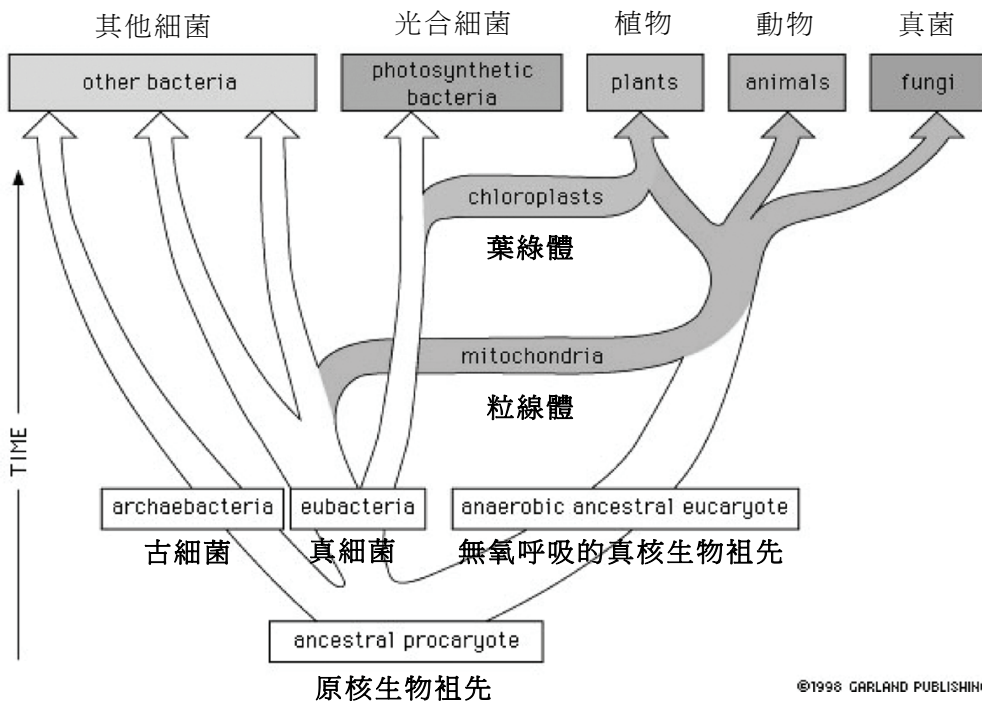
101. 葉綠素 a 參與光能的吸收及光合作用的起始電子傳遞。下列有關葉綠素 a 的敘述，哪些正確？

- ① 葉綠素 a 在光合系統中的位置，對葉綠素 a 的功能有極大影響  
 ② 葉綠素 a 在光合作用反應中心經化學修飾，以便使它進行起始電子傳遞

- ③ 葉綠素 a 的部分結構與血紅素中的血質基相關
- ④ 葉綠素 a 的部分結構與類胡蘿蔔素相關
- A. ①, ②, ③, ④
- B. ①, ③, ④
- C. ③, ④
- D. ①, ②

102. 在測定光合作用電子傳遞時，葉綠體可被完整的分離出來，用以測定不同環境下的電子傳遞速率。下列敘述何者正確？
- A. 加入解偶聯劑，導致電子傳遞速率增加
- B. 只有當線性電子傳遞被抑制時，循環電子傳遞才開始
- C. 只有連續性光照時，才有 ATP 的合成
- D. 葉綠素懸浮液的放氧速率完全依賴 CO<sub>2</sub> 的存在

103. 下圖所示為一演化樹，下列有關演化的敘述，哪些正確並可從圖中推斷？

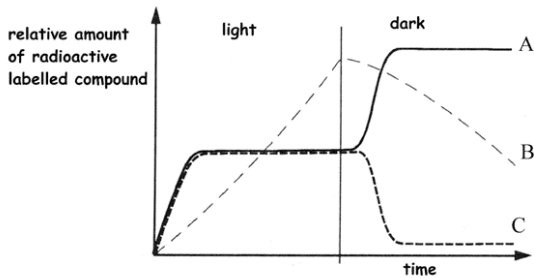


- ① 所有真核細胞都含有線粒體
- ② 真核細胞祖先與自營細胞的共生，早於其與利用氧化代謝細胞的共生
- ③ 真細菌與真核生物具有共同的祖先，古細菌是一類具有獨特的、獨立起源的生物群
- ④ 真核細胞祖先是厭氧的
- ⑤ 最近的光合細菌中，沒有一個與葉綠體相關
- ⑥ 粒線體與葉綠體具有相似的基因組
- ⑦ 植物、動物及真菌的細胞具有線粒體
- ⑧ 在進化過程中，真菌丟失了葉綠體
- ⑨ 細菌是同源高的一群生物，其基因組及代謝途徑在近十億年中發生很快的分化
- ⑩ 葉綠體和粒線體是兩次獨立內共生事件的結果
- A. ①，②，⑤
- B. ③，④，⑦
- C. ④，⑦，⑩
- D. ⑥，⑧，⑩
- E. ④，⑨，⑩
105. 暹羅貓是一個很好的動物例子，在雌、雄貓的身體末端處都合成黑色素。所以在牠們的鼻子、耳朵、尾巴和足部比身體的其他部分更黑。下列何項敘述可以說明這種類型身體著色的現象？
- A. 酪氨酸酶（負責黑色素的合成）只在身體末端處合成。
- B. 只發生在一條具有酪氨酸酶顯性等位基因的 X 染色體不失活的部位
- C. 因為暹羅貓產生黑色素的酵素之等位基因為溫度敏感性，所以黑色素只在身體較冷的部位合成。
- D. 黑色素細胞只位於鼻子、耳朵、尾巴和足部，身體的其他部分則沒有黑色素細胞
- E. 由於身體末端暴露於紫外線照射較多，因而激發黑色素的產生
106. 視網膜胚細胞瘤蛋白（Rbp）和 p53 是抗致癌基因（即瘤抑制子）。下列敘述，何者正確？
- A. p53 基因發生突變（使 p53 失去它的調控功能），會使細胞週期停止
- B. 在視網膜中產生過量的 Rbp，會產生癌症
- C. p53 發生突變的細胞傾向成為惡性腫瘤
- D. Rbp 突變的細胞抵抗惡性腫瘤的產生
- E. 許多病毒會將 p53 和 Rb 的同源基因插入它們的基因組後，他們會表現這些蛋白，使宿主細胞發生轉形
107. 細胞外基質負責組織的機械及彈性（mechanoelastical）性質。下列何者不是細胞外基質的組成分子？



- A. 彈性蛋白
- B. 細胞角質蛋白
- C. 層粘連蛋白
- D. 膠原蛋白
- E. 硫酸軟骨素

109. 提供藻放射性碳同位素  $^{14}\text{C}$  後，進行光合作用。一段時間後，關閉燈光，並將藻置於黑暗中。下列曲線圖顯示在實驗期間，一些放射性標記的化合物的相對量。



哪條曲線代表甘油酸-3-磷酸 (G-3-P)、二磷酸核酮糖 (RuBP) 和蔗糖？請在下列表格中，填寫正確線條的字母。

Compound 化合物	Line 曲線
(1) 3GP	<u>A</u>
(2) RuBP	<u>C</u>
(3) Sucrose 蔗糖	<u>B</u>

110. 亞甲基藍作為一個氫受體。在氧化狀態下，它是藍色的；當它接受氫原子而被還原時，它會變成無色。  
亞甲基藍+氫 → 還原型亞甲基藍  
(藍色) (無色)

一個學生喜歡研究這個反應。他準備了四個試管，內含各種反應物質，如下表所示。

	Tube A	Tube B	Tube C	Tube D
蒸餾水	-	2 ml	2 ml	2 ml
葡萄糖溶液	2 ml	2 ml	-	2 ml
亞甲基藍溶液	1 ml	1 ml	1 ml	-
酵母溶液	2 ml	-	2 ml	2 ml

所有的試管都培養在  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。分別在培養後 5 分鐘和 15 分鐘時紀錄顏色。結果如下表所示。

溶液的顏色	Tube A	Tube B	Tube C	Tube D
在開始時	藍	藍	藍	無色
5 分鐘後	無色	藍	藍	無色
15 分鐘後	無色	藍	淺藍	無色

哪個試管在這個實驗中可以作為對照組，哪個試管是沒用的？在下列表格中，填寫正確的字母

	Tube
(1) 對照	<u>B</u>
(2) 無用的	<u>D</u>

111. Morgan 將兩種已知基因型的果蠅進行雜交，即  $BbVv \times bbvv$ ；其中， $B$  是野生型（灰色身體），相對於  $b$ （黑色身體）是顯性的； $V$ （野生型翅膀）相對於  $v$ （發育不全，一個非常小的翅膀）是顯性的。莫干(Morgan)期待看到四種表型的比例是 1:1:1:1。但是他看到的如下：

野生型:	965
黑色，發育不全:	944
灰色，發育不全:	206
黑色，正常:	185

這些結果可以用假定的等位基因的連鎖和遺傳重組（互換）來解釋。

在這個特例中，互換率（定義為重組子代相較於全部後代的比值）是多少？

- A. 0.205
- B. 0.170
- C. 0.108
- D. 0.900
- E. 0.080

112. 北京 70%的人口能夠辨別苯基硫脲的味道。辨味的能力（ $T$ ， $taster$ ）相對於不能辨味者（ $t$ ， $non-taster$ ）是顯性的。試問有辨味能力者（ $taster$ ）的後代中為不能辨味（ $non-taster$ ）的比例是多少？

- A. 25%
- B. 15%
- C. 13%

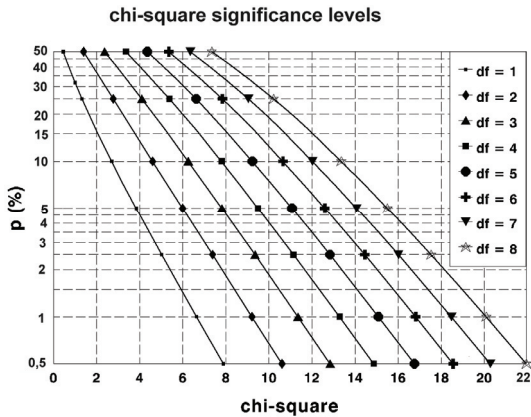
- D. 20%
- E. 7.5%

問題 113~116 果蠅的野生型個體具有紅色的眼睛和淡黃色的身體。果蠅中一個單基因的隱性等位基因會產生玻璃眼(*glass eye*)的表型，而另一個基因的隱性等位基因則產生烏黑身體(*ebony body*)的表型。

- 一個學生將純品系的野生型果蠅與另一個具有玻璃眼和烏黑身體的純品系果蠅進行雜交，產生的第一代(F1)果蠅全部是野生型的表型。以第一代(F1)果蠅進行雜交，此學生期待一個 9:3:3:1 的比例；然而結果並不是這樣。後代實際的表現情形如下表所示：

眼	身體	F2 代中果蠅的數目
野生型	野生型	164
野生型	烏黑	37
玻璃	野生型	59
玻璃	烏黑	28

- 有兩種可能性：
  - (1) 比例不同於 9:3:3:1 是巧合（接受虛無假設）。
  - (2) 比例的不同並不是巧合發生的（反對虛無假設）。
 你需要應用卡方 ( $\chi^2$  的平方) 分析法進行核對。  
 在這種情況下，比如自由度，你應該用下面  $\chi^2$  數值的圖：



- ① 兩個等位基因連鎖
- ② 互換
- ③ 不完全顯性

下列何者是正確的解釋？

- A. ①, ②
- B. ①, ③
- C. ②, ③
- D. ①, ②, ③

113. 計算得到的 $\chi^2$  是多少？

- A. 10.11
- B. 2.84
- C. 14.33
- D. 11.40

114. 指出該實驗的自由度 (df) 是多少？

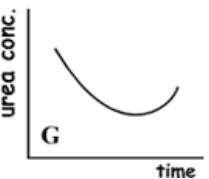
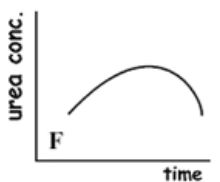
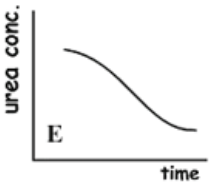
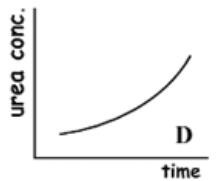
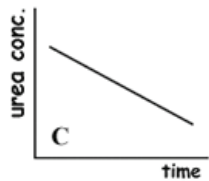
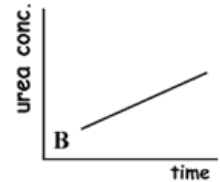
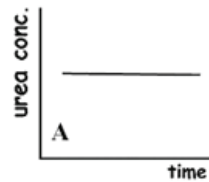
- A. 2
- B. 3
- C. 4

115. 決定觀察的結果偏離預期的結果是起因於巧合的可能性是多少？

- A. About 1%
- B. About 2%
- C. About 5%
- D. About 8%

116. 由於觀察到的結果偏離 9:3:3:1 比率，該學生提出了幾種可能的解釋：

117. 因饑荒而最終餓死的人，其尿中尿素含量的變化曲線圖為下列何者？ G



(待續)