

# 2012 年第九屆國際國中國科學奧林匹亞競賽 --實驗測驗

國立臺灣師範大學 科學教育中心

## 實驗：自麥芽中萃取 DNA

本實驗目的為自麥芽中萃取 DNA。然後利用電泳法和所提供之樣品來比較 DNA 片段大小。

**注意：**可能有多於一個的正確答案；要標出所有正確答案，方可得滿分。

有部分的 DNA 萃取步驟已預先由助教完成：DNA 可從多種植物中萃取出來，而麥芽是極佳的 DNA 來源。以下方框內之實驗操作已為你完成。

- 2 克重的乾燥麥芽被放入試管中。
- 含有緩衝液、鹽類及活性介面劑的混合液被放入試管中。
- 樣品液加熱 20 分鐘，溫度為 60°C。加熱有助於分解細胞，將樣品液移至冰桶中，使溫度迅速下降至約 65°C，過程中可輕輕搖動試管。
- 含樣品液的試管被置放於桌面上。

### 學生自步驟 A 開始實驗操作：

已為每一組準備好一管 3 mL 含 DNA 的樣品液。

步驟 A. 稍為傾斜試管，慢慢加入酒精，加入時要靠近管壁，使得酒精能在麥芽樣品液上方形成一分離層，加入

與樣品液約相同量的酒精。

步驟 B. 觀察 5 分鐘內所發生的變化，並回答第 1, 2 題。

1. DNA 樣品液在加入酒精後，可觀察到那些變化？(直徑 1 公分，長 4 公分)。(1 分)
  - I. 分成兩層
  - II. 5 分鐘後出現奶白色凝結物
  - III. 管中會形成 DNA 凝結物，但無法用肉眼觀察到
  - IV. 呈現奶白色均勻溶液

步驟 C. 利用黃色滴管尖或金屬棒取出 DNA 凝結物。

步驟 D. 將收集到的 DNA 放入含有染料並標為 "your sample" 的試管內。

步驟 A 中需使用冷的酒精，已溶解的 DNA 在液體界面中接觸酒精，酒精會使 DNA 脫水及沉澱，因 DNA 不能溶於酒精中(特別是冷的酒精)。

2. 試管中加入酒精後的 5 分鐘內，發生甚麼變化？(1 分)
  - I. 加入酒精後馬上出現 DNA 凝結物

- II. 加入酒精後會出現細小條狀的 DNA，其總量會逐漸增加
- III. 凝結的 DNA 會自下層分離出來，並漂浮到上層
- IV. DNA 凝結物沉到底部

- I. 負電荷 - 陽極
- II. 正電荷 - 陽極
- III. 正電荷 - 陰極
- IV. 負電荷 - 陰極

### 甚麼是電泳？

電泳是一種分析技術，可利用大小及反應性，分離 DNA 或 RNA 片段。待分析的核酸樣品注入凝膠內，再將凝膠置於電場中。洋菜膠是取自海草的一種天然聚合物，加水後會變成多孔狀的膠體。溴酚藍和氨基二甲苯染劑在洋菜膠中移動的速度分別相等於 500 bp (鹼基對) 和 4000 bp(鹼基對) 的雙螺旋 DNA 樣品的速度。

- 3.. 是甚麼驅使 DNA 分子在洋菜膠中移動？(1 分)
  - I. 外電場
  - II. 重力場
  - III. 分子間的電力
  - IV. 感應磁場
- 4.. 在實驗中，會減慢 DNA 分子在洋菜膠中移動速率的主要因素是：(1 分)
  - I. DNA 分子的電荷
  - II. 洋菜膠中的電場
  - III. DNA 分子的大小
  - IV. 洋菜膠的厚度
- 5.. DNA 分子具有 ....., 並向 ..... 移動。(1 分)

- 6.. 下列哪個選項正確地補足以下句子的意義？(1 分)

洋菜膠的濃度愈高，它中間的\_\_\_。

- I. 孔洞愈小
- II. 孔洞愈大

每一實驗組均配有一片洋菜膠。每塊膠有 7 個可容納樣品的凹槽。將黃色滴管尖套在針筒上，並用以抽取樣品。抽取樣品的量不應超過滴管尖長度的一半。每次僅在凹槽中滴進一滴樣品。每次加樣品到凹槽時，都要用新的滴管尖。必須注意不要弄壞凹槽孔。如果你不能完成這程序，可向實驗室助理請求支援，但這樣你會被扣 2 分。(1 分)

各凹槽的樣品配置如下：

- 1 & 2: 放你的樣品用的，(“your sample”, 上面並有微笑符號); 第一個供你練習，第二個才是實際要用的。
- 3, 保持淨空
- 4, 樣品 X1。
- 5, 樣品 X2
- 6, 樣品 X3



DNA Electrophoresis Apparatus 電泳儀器

7. 那一個凹槽樣品和"你的樣品" ("Your Sample")一樣？(3 分)
- I. X1
  - II. X2
  - III. X3

8. 測量電源的電壓值是多少？並記錄。(1 分)
9. 在這部份，先設好電泳儀器，聯結三用電表到測量電流，並請實驗室助理來檢查。(2 分)
10. 測量電路中的電流，以及電泳槽內各分子移動的距離。在下表中記錄你的數據。電源的電壓可視為穩定。同時測量 4 個樣本的數值。從  $t = 0$  量至  $t = 40$  分鐘，並以每 5 分鐘為間隔。樣品 X2 包含兩種不同的分子，可分別稱作  $p$  和  $q$ 。當你以電泳分析樣品時， $p$  分子部份是淺藍色帶，而  $q$  分子部份則是深藍色帶。(8 分)

11. 計算並記錄電阻值於下表。(2 分)

時間/分鐘	電流 ( $I$ ) / mA	距離 ( $x$ ) / mm			電阻 ( $R$ ) / $\Omega$	
		X1	X2			X3
			p	q		
0						
5						
10						
15						
20						
25						
30						
35						
40						

12. 將電流對時間作圖。(1.5 分)
13. 將電阻對時間作圖。(1.5 分)
14. 對 X1 和 X3 樣品，將距離對時間作圖。以適當的標誌標示你的圖。(4 分)

15. 假設電泳槽中的電場是均勻的。估計它的數值。(1 分)

當分子所受的驅動力等於洋菜膠內的摩擦力時，它會在洋菜膠中以終端速率運動。摩擦力等於阻力係數乘上終端速率。

16. 假設每個分子的電荷都等於  $1 \times 10^{-16}$  C。對 X1 和 X3 樣品，計算洋菜膠的阻力係數。(2 分)
17. 按定義，材料的流動率是其分子的終端速率和外電場的比率。計算 X1 和 X3 樣品的流動率。(2 分)
18. 在電泳實驗中，可觀察到在電極中不斷有氣泡產生。寫下在下列電極所產生的氣體的化學式：(0.5 分)

Anode 陽極：

Cathode 陰極：

19. 寫出在下列電極所發生的電化學半反應(2 分)

Anode 陽極：

Cathode 陰極：

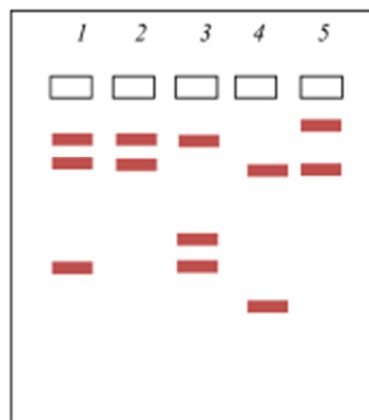
20. 以適當的箭頭 (↑代表增加，↓代表減少，↔代表沒變) 填入下面空白處：(1.5 分)

電泳進行中靠近陽極處的溶液 pH 值

電泳進行中靠近陰極處的溶液 pH 值

電泳後總體溶液的 pH 值

21. 限制酶可在 DNA 上不同的位點進行切割。下圖顯示，一段線性 DNA 與限制酶作用，各切割位以箭號標示。估計何者為該 DNA 的電泳結果？在正確答案欄位打圈。(1 分)



22. 若該 DNA 分子為環狀 DNA，當限制酶完全作用後，何者為該 DNA 的電泳結果？在正確答案欄位打圈。(1 分)

(完)