
2008 年第五屆國際國中科學奧林匹亞競賽 -- 實驗試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

壹、實驗說明

A、實驗背景介紹



多種烏賊為韓國及義大利菜餚中常見的食材，英語系國家中常用義大利文 *calamari* 來描述烏賊。特定種類的烏賊常見於某些水域中，為重要的魚獲之一。其體腔部分可整塊、切成片狀或圈狀食用，其爪部、觸手及墨汁均可食用。事實上，烏賊身上只有顎部及胸骨為不可食用部分。

烏賊為軟體動物中的頭足綱，有近三百多種。如同其他頭足綱動物，烏賊有一明顯的頭部、雙側對稱、體腔及多隻觸爪。

烏賊的主要臟器均包裹於體腔內，體腔兩側有鰭，特別的是，與其他海洋生物不同，烏賊的鰭並非用於提供運動所需之動力。連鈎體為一堅硬但具彈性之構造，用以聯結體腔及頭部。烏賊的皮膚包裹了一層色素細胞，烏賊可藉以變成類似週遭環境的顏色。一般而言，烏賊上半身的顏色較下半身深，有助於烏賊避免被掠食者或獵物發現。烏賊有 10 隻觸爪：其中 8 隻有吸盤，餘下 2 隻為一對可縮回的長觸手。

烏賊身體下方具有可通往體腔的開口，包括了鰓、排泄及生殖系統的開口，體腔的前方有噴水管，藉由精確地控制水的噴出，可調控身體的運動。運動過程中，水被吸入體腔內，再藉由噴水管將水噴出，形成快速、強勁的噴射水流。噴水管的方向可按運動所需而調整。體腔內噴水管下方，為烏賊的內臟團，外包一層薄薄的上皮，烏賊的主要臟器均位於其中。

烏賊有三個心臟，包括兩個鰓心臟，及包在其中體積大，可將血液泵至全身的體循環心臟。心臟具有淡綠色外觀，且被腎囊所包圍，腎囊為烏賊主要的排泄器官。正如所有的頭足綱動物，烏賊具有複雜的消化系統。食物被送至約位於內臟團中間的胃，食團(食物形成球形的團塊)再被送至盲腸進行消化，盲腸是一長形白色的器官，位在卵巢或睪丸旁，食團最後被送到消化腺，此器官可將消化液加入食團中並可吸收養分，消化腺位在噴水管的末端。烏賊的巨大軸突，在某些大型的烏賊，此種軸突的直徑可達 1mm，可控制烏賊體內的噴水推進系統。

不像脊椎動物般，可藉由改變晶體的形狀，以對焦不同遠近的物體。烏賊利用睫狀肌將晶體拉近體腔內，可對遠方物體進行對焦；或放鬆睫狀肌使晶體回復原位，可對較近的物體進行對焦。

B、實驗目的 (不必按下列的順序解題)

- I. 觀察烏賊的解剖形態構造，並指出各器官的功能。
- II. 以色層分析法分析黑色墨水的試樣。
- III. 求出物距和像距之間的關係。

C、需用的儀器和材料

共用：(實驗結束後，你可以取走所有這些物件)

材料	數量	材料	數量
鉛筆	每組 2 支	30cm 量尺	每組 1 支
削筆刀	每組 1 個	計算機	每組 1 個
紙巾	1 盒	實驗衣	每人 1 件
丟棄型手套		護目鏡	每人 1 副

實驗 I：解剖

材料	數量	材料	數量
解剖工具組(含攝子、剪刀……等)	1	裝有膠片的解剖盤	
烏賊解剖圖片	1	放置在容器中的烏賊	2 隻

實驗 II：色層分析

器材	數量	器材	數量
試樣#1~#6，每種在 2mL 裝小瓶中		毛細管	1 支
25 mL 量筒	1 個	鑷子	1 支
300 mL 燒杯	1 個	乙醇 (99.9 %)	20 mL
500 mL 燒杯	1 個	蒸餾水	50 mL
表玻璃	2 個	滴管	1 支
色層分析用紙 (2.0 x 40 cm)	1 張	油性筆 (黑色)	1 枝
TLC 片 (矽膠塗在玻璃片上，5.0 x 10 cm) (<u>小心不可用手指碰到塗有矽膠的一面</u>)	2 片	牙籤、膠帶	

實驗 III：眼睛

材料	數量	材料	數量
光學軌道、光源		屏幕	每組二張
待觀察物體(箭頭狀紙板)		光學支架	一份
光學支架	每組一份	遮光用的黑紙	
透鏡及光學支架	每組一份	工作用的畫圖紙	

貳、實驗與問題

實驗 I：解剖

1. 檢查你的解剖工具組及解剖盤是否完備。如有短少，馬上通知監考人員。
2. 爲了你的安全，操作過程中必需穿上圍裙、戴上手套及護目鏡。
3. 按照指示操作本解剖實驗。
4. 當你完成本實驗後，馬上將答案填入答案卷內並簽名，舉手通知監考人員，請他拍下答案卷的照片。

※ 任何時間你需要協助時，舉手並等候監考人員前來處理。

問題 I 對烏賊進行內部解剖之流程

1. 從容器中取出烏賊放入解剖盤內。
2. 按比例對烏賊的外觀做詳細的生物繪圖。(圖中不需標示名稱)
3. 利用剪刀或解剖刀，剖開烏賊露出內臟器官，

(警語：小心不要切太深，以免傷及烏賊體內器官。解剖刀極為鋒利，解剖時要按緊烏賊，以免割傷手掌或手指。)

4. 進行解剖時，按解剖圖辨識答案卷上所列的各個器官。
5. 取出各器官，將之放在答案紙上的正確欄位中。
6. 舉手通知監考人員，進行評分及拍照。
7. 仔細清理乾淨你的解剖盤，將組織樣本放入容器中。

I -1 於答案卷 I 上，繪畫烏賊的外觀特徵。(2分)

I -2 於答案卷 I-2 上，將解剖出的烏賊器官放在答案卷上指定欄位中。(各 0.5 分)
(監考人員會在確認你們的隊伍編號及簽名後，對答案卷進行拍照。)

I -3 於答案卷 I 上，對各器官及其正確的功能，進行配對，只需填上正確的代號。(各 0.5 分)

實驗 II：色層分析

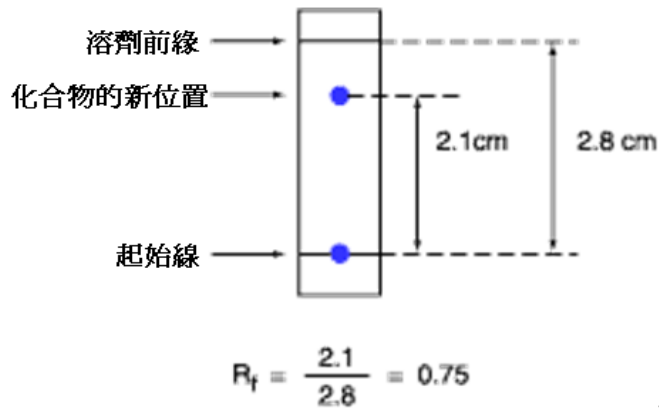
今天烏賊的墨汁仍用於製作一種深褐顏料 Sepia。公元前四世紀時 Sepia 已被用於塗色。今天烏賊墨汁的化學分析通常是採用色層分析法。這方法把混合物中不同種類的分子分離出來，它讓我們可以比較墨汁中不同成分分子。

色層分析是用來分離有機和無機化合物的一種方法。各種型式的色層分析法都是利用相同的原理，它們有一個靜止相(一種固體或有固體支撐的液體)及一個移動相(一種液體或氣體)。當移動相流經靜止相時，把所欲研究的成分帶出來。不同成分的移動速率各不相同。

滯留因子(Rf)是表達某一特定化合物隨同移動相移動得多遠的定量標示。Rf 值是用來得知一未知化合物和一已知化合物是否相似或相同的很好指標。例如某一特殊化合物的滯留因子 R 被是定義為 $D1/D2$ ，此處

D1 = 此化合物移動的距離，即從試樣的起始點量至移動後化合物新位置點中央的距離。

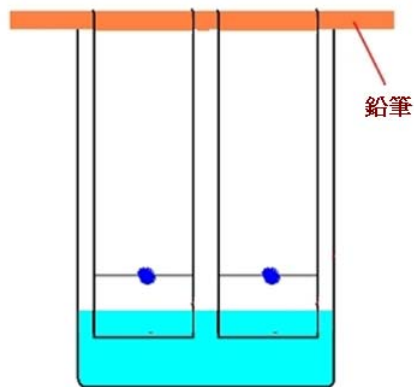
D2 = 溶劑從起始線至溶劑前緣的距離。



問題 II-1 紙色層分析

製作墨水試樣 #1 和試樣 #2 的兩張紙色層分析圖譜

1. 剪下約 10 cm 長的色層分析紙條，供所要比較的兩種墨水試樣之用。
2. 在每張紙條靠近底端處用鉛筆畫一條起始線。
3. 在紙上的起始線上滴上一極小滴的試樣。你可用毛細管或牙籤來沾取試樣。若所滴的試樣過量，則可能無法有效地分離這些成分。
4. 在 500 mL 燒杯中加入蒸餾水，直到色層分析紙條下端稍浸到水中。(如下圖所示)
5. 在燒杯上方橫放一枝鉛筆，將色層分析紙條用膠帶固定在鉛筆上。把紙條懸掛在 500 mL 的燒杯中。



6. 當溶劑的前緣靠近紙條上端時，將色層分析紙條移出燒杯。
7. 用鉛筆在溶劑前緣處畫一條線並將紙條弄乾。
8. 在色層分析紙條的上端寫上你的隊伍編號並將它黏貼在答案紙上。

II-1 哪種試樣含有黃色色素？(1.5 分)

- (A) 只有試樣 #1 (B) 只有試樣 #2
(C) 試樣 #1 和試樣 #2 (D) 都沒有

II-2 哪種試樣含有紅色色素？(1.5 分)

- (A) 只有試樣 #1 (B) 只有試樣 #2
(C) 試樣 #1 和試樣 #2 (D) 都沒有

II-3 在試樣 #2 中含有哪幾種色素？在下列的顏色中選出其代號字母。(1 分)

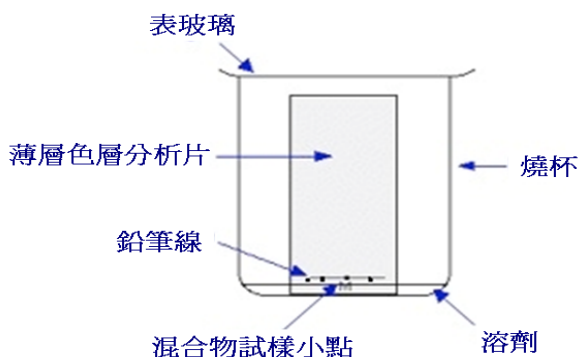
- (A) 紅 (B) 黃 (C) 藍 (D) 橙
(E) 綠 (F) 紫 (G) 黑

問題 II-2 薄層色層分析

薄層色層分析(TLC)是用塗有一層矽膠或氧化鋁均勻薄層的玻璃片來操作的。矽膠是靜止相，移動相是一種適當的溶劑或混合的溶劑。

提供給你兩片 5.0 x 10 cm 的 TLC 片(白色的矽膠塗在玻璃片上)。小心不可用手指碰觸到塗有矽膠的一面。

- 在 TLC 片近底端處用鉛筆畫一條起始線並在線上滴上一極小滴試樣。你要在第一片 TLC 片上滴上四個試樣小點(從左至右依序為試樣 #1 - #4)，在第二片 TLC 片上滴上三個試樣小點(從左至右依序為試樣 #5 - #6 及所提供的油性筆墨水)。
- 當試樣小點乾了以後，把片子豎立在裝有一淺層乙醇、有蓋子蓋住的 300 mL 燒杯內。(假如試樣小點沒有全乾，可用吹風機吹乾。吹風機可要求提供)。



- 當溶劑緩緩沿著片子上升，試樣混合物中的不同成分會以不同的速率向上移動，此混合物會分離成不同的色點。
當溶劑前緣靠近片子的上端時，將 TLC 片移出燒杯。
- 用鉛筆畫記溶劑的前緣。

5. 在 TLC 片的上端用鉛筆寫上你的隊伍編號。
6. 當你做完 TLC 實驗時，舉起你的手，監考人員將會收集你的 TLC 片。

II-4 依據 TLC 的數據，將墨水試樣 #1 - #6 分組。(答對每一試樣 0.5 分)

II-5 依據試樣 #1 的 TLC 色層分析圖譜，試樣 #1 含有哪幾種色素？在下列的顏色中選出其代號字母，並算出每一色素的 Rf 值。(2.5 分)

- (A) 紅 (B) 黃 (C) 藍 (D) 橙
(E) 綠 (F) 紫 (G) 黑

II-6 依據油性筆的黑色墨水之 TLC 色層分析圖譜，此墨水中含有哪幾種色素？在下列的顏色中選出其代號字母，並算出每一色素的 Rf 值。(2.5 分)

- (A) 紅 (B) 黃 (C) 藍 (D) 橙
(E) 綠 (F) 紫 (G) 黑

II-7 色點的 Rf 含有做色層分析的物質對片子及沖提溶劑吸引力的資訊。當使用極性溶濟(移動相)時，下列哪一種色素和 TLC 靜止相的組合有最大的 Rf 值？

- (A) 極性色素在極性 TLC 吸附劑(靜止相)上
(B) 非極性色素在極性 TLC 吸附劑(靜止相)上
(C) 極性色素在非極性 TLC 吸附劑(靜止相)上
(D) 非極性色素在非極性 TLC 吸附劑(靜止相)上

實驗 III：眼睛

眼睛是偵察光線的器官，它把光的訊號沿著視覺神經送到腦部內處理視覺以及其他的區域。眼睛有很多種，最先進種類的一個例子就是人眼，它跟照相機很類似。因而我們常把這類眼睛稱作”照相機式眼睛”。照相機式眼睛通常存在於脊椎動物和頭足綱動物中。在魚類和頭足綱動物中，眼睛的透鏡前後移動以使影像投射至視網膜上。在這實驗中，我們所用的系統類似於烏賊的眼睛，藉著把透鏡前後移動以聚焦成像。

問題 III-1 物體和鏡像間的關係 (i-o 關係)

【實驗步驟】

1. 把光源置於光學軌道的一端。
2. 把光源貼在一個屏幕上。(這會降低光的亮度，使鏡像更清晰。)
3. 把物體放在軌道上靠近光源處。
4. 把凸透鏡放在軌道的中央。

5. 把另一屏幕放在軌道上距離物體最遠處。
6. 把透鏡前後移動，以使物體在屏幕上形成一個清晰的鏡像。你會找到兩個可以清晰成像的透鏡位置，一個對應於放大的鏡像，另一個對應於縮小的鏡像。重複步驟 1-5 以找尋成像的位置。**對每一個位置，進行下列的步驟。**
 - a. 記錄物體和透鏡間的距離 (o)。
 - b. 計算並記錄 o 的倒數 ($1/o$)。
 - c. 記錄透鏡和鏡像間的距離 (i)。
 - d. 計算並記錄 i 的倒數 ($1/i$)。
 - e. 記錄物體的大小 (y_o)。
 - f. 記錄鏡像的大小 (y_i)。
 - g. 記錄鏡像的放大率 ($M=y_i / y_o$)。

III-1 把屏幕移向物體處，並重複步驟 (6)。距離而得出的記錄最少 5 組數據(包括最初的一組)，每組數據對應於物體跟屏幕間的一個不同數值。(6.0 分)

III-2 求出使放大率等於 1 的物距 (o) 和像距 (i) (1.0 分)

III-3 以 $1/i$ 對 $1/o$ 作圖。(3.0 分)

畫出最佳的擬合直線(the line of best fit)。(0.5 分)

III-4 估計直線的斜率，並求出直線在 $1/i$ 軸上的截距。(1.0 分)

III-5 凸透鏡的焦距是上述截距的倒數。求這實驗中所用的透鏡之焦距。(0.5 分)

問題 III-2 人眼

另一方面，對於人眼，是藉著改變透鏡的曲率以在視網膜上清晰地成像。改變軟透鏡的焦距這過程稱作調焦。

調焦讓眼睛對於在視近點至視遠點之間範圍內的物體都可以在視網膜上形成清晰的鏡像。一個視力良好的年輕成年人的視近點是 25cm，視遠點則是無窮大。人的眼球大約為球狀，平均直徑是 25cm。

III-6 用年輕成年人的數據以及你的實驗結果，求人眼中透鏡在視近點時的焦距。(0.5 分)

III-7 求人眼中透鏡在視遠點時的焦距 (0.5 分)