

姓名：

編號：_



理論測驗

December 6th, 2022

姓名：

編號：_

考試規則

1. 你**不可以**攜帶任何個人物品進入試場，除了水壺、個人所需要的醫藥用品或被認可的個人醫療設備。
2. 你必須坐在指定的位置。
3. 檢查大會提供的文具（筆、計算機和計算紙）。
4. 在“**START**”的訊號出現之前**不可以**開始作答。
5. 在考試期間，你**不可以**離開考場，除非有緊急狀況並在指導委員/工作人員/監考人員的陪同之下。
6. 如果你需要去上廁所，請舉起你的手。
7. **不可以**干擾其他競賽者，若需要協助請舉手並且等待指導委員來協助。
8. **不可以**討論試題。你必須留在你的位置上，直到考試結束，即使你已經完成作答。
9. 考試時間終了的時候，你將會聽到“**STOP**”的訊號，在這個訊號之後就**不能**在試卷書寫任何東西。將試卷及文具(筆、計算機和計算紙)整齊的放在你的桌面上。在全部的試卷收齊之前不可離開試場。

姓名：

編號：_

考試說明

1. 在 “**START**” 的訊號之後，你會有 4 個小時的時間來作答。
2. **只能**使用大會提供的筆和鉛筆。
3. 請確認你的姓名、編號和國家名稱寫在試卷上。
4. 你有 **37 頁**試卷 – 包括封面頁。如果有任何漏頁，請舉手。
5. 仔細閱讀每道題目，在試卷上指定位置寫下正確答案。
6. 只有試卷答案會被評分。在你把答案寫上去之前，可以使用所提供的計算紙，避免試卷上有錯誤。
7. 每題的配分標示在每個題目上。
8. 本測驗總共有 3 大題。檢查你是否有完整的試題，如果你發現有任何缺頁，舉起你的手。
9. 第 4 頁提供了作答的有用資訊。
10. **要寫出所有計算過程，如果沒寫計算過程，這個題目就不會給分。**
11. 你應該以適當的小數位數寫下最後的答案。

姓名：

編號：

一般資訊

constant	
Acceleration due to gravity	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Universal gas constant	$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
	$R = 0.08206 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$
Refractive index of air	$n = 1$
Avogadro's constant	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Speed of light	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Planck's constant	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Specific heat capacity of water	$c_w = 4.18 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.01																	2 He Helium 4.00																
3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.01											5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16.00	9 F Fluorine 19.00	10 Ne Neon 20.18																
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31											13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur 32.07	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.95																
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 51.99	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.97	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 84.80																
37 Rb Rubidium 84.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.91	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90	54 Xe Xenon 131.25																
55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33	Lanthanides		72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.09	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [208.98]	85 At Astatine 209.99	86 Rn Radon 222.02															
87 Fr Francium 223.02	88 Ra Radium 226.03	Actinides		104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown															
																			57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.91	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.06	71 Lu Lutetium 174.97
																			89 Ac Actinium 227.03	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium 237.05	94 Pu Plutonium 244.06	95 Am Americium 243.06	96 Cm Curium 247.07	97 Bk Berkelium 247.07	98 Cf Californium 251.08	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.10	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.10	103 Lr Lawrencium [262]

©2014 Todd Helmenstein
sciencenotes.org

姓名：

編號：_

在 “開始信號” 之前不要翻到下一頁

姓名：

編號：_

第一大題

第一部份

目前已有矮小的玉米品種開發出來。矮小玉米的基因型由單個基因 **B** 的隱性等位基因來決定。某位農民種植的玉米中有 30% 的植株由矮小的雄性野生變種授粉，其餘由植株高大的雄性商品化的雜合變種授粉；所有玉米的雌株基因型都是異型合子。

1. [0.25 分] 在下列棋盤方格中完成上述兩項的授粉結果。

	雄株	
雌株		

	雄株	
雌株		

2. [0.25 分] 計算此農民將會得到多少% 的矮小品種的玉米種子。
(寫出算式和答案)

姓名：.....

編號：.....

3. [0.25 分] 玉米有許多三倍體的高產品種。選出與三倍體品種可能從標準二倍體玉米發展的過程，在相對應的格子中劃 X。

過程	叉選
有絲分裂	
減數分裂 I	
減數分裂 II	
間期	

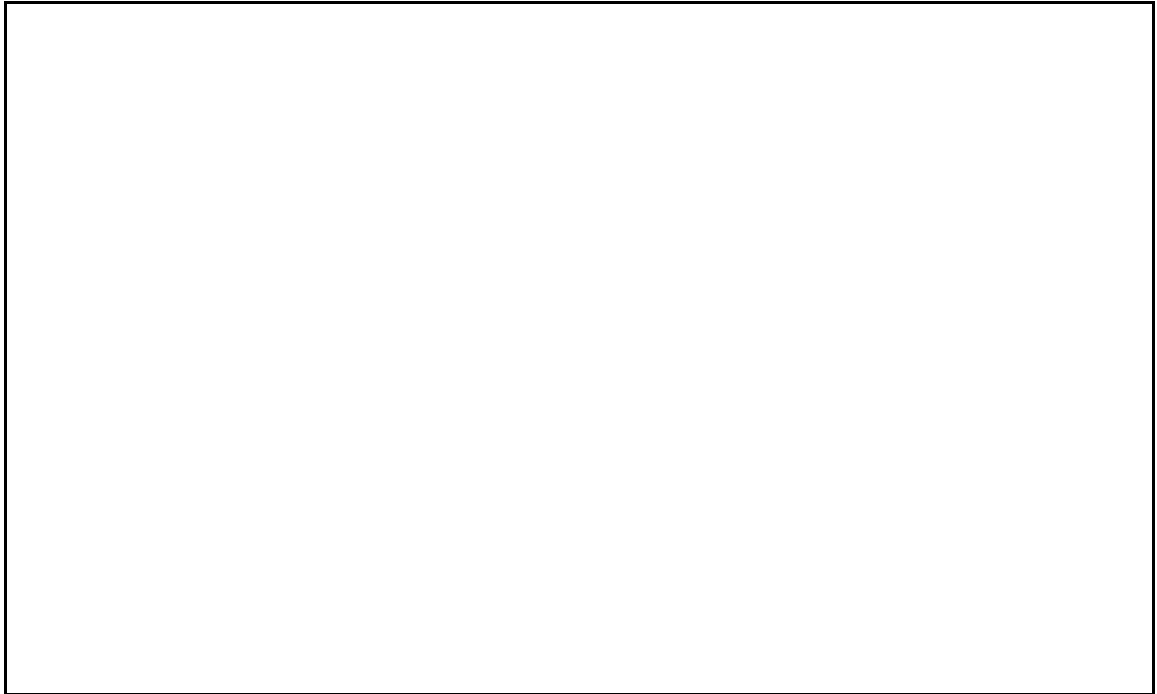
4. [0.75 分] 玉米有六個近親物種，其中一些有亞種（ssp）：下表顯示了它們的共同特徵。應用此表於下方空格內為這些物種構建系統發育樹：

- I. *Zea mays* - ssp *mays*
- II. *Zea mays* - ssp *mexicana*
- III. *Zea mays* - ssp *parvigluans*
- IV. *Zea dipliperenis*
- V. *Zea Luxurans*
- VI. *Zea nicaraguensis*
- VII. *Zea huehuetengensis*
- VIII. *Zea perensis*

物種	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
玉米螟蛾的抗性		X		X		X		X
玉米葉枯病抗性				X		X		
容忍淹水					X			
抑制休眠	X	X		X		X	X	X
對高生長溫度敏感		X		X		X		X
每穗玉米有超過 100 顆的玉米粒				X				
短日照開花	X							
抽穗的密度高	X	X		X	X	X	X	X

姓名：

編號：_



5. [0.50 分] 黃麴菌這種真菌可以在收割的玉米穗上發育。使用光學顯微鏡檢查被這種真菌感染的玉米細胞樣本。指出下表中的細胞特徵哪些僅在植物中發現（填寫 **P**），或僅在真菌中發現（填寫 **F**），或者可以在兩者中找到（填寫 **B**）

細胞特徵	發現於
真菌孢子	
葉綠體	
含纖維素的細胞壁	
粒線體	
菌絲	
含幾丁質的多層細胞壁	
用碘液染成藍色	

姓名：

編號：_

6. [0.50 分]黃麴菌會產生一種毒素，可以抑制攝入它的兒童的免疫系統或增加成人肝癌的發病率。以下哪些特徵是會發生於免疫系統受到抑制（填寫 I）或癌症（填寫 C）或都不會發生(填寫 N)。

特徵	發生於
快速、未分化的細胞生長	
更頻繁的感染	
免疫記憶細胞減少	
淋巴細胞數量升高	
抵抗細胞死亡	
降低細胞分裂率	
血液中紅血球數量增高	

姓名：.....

編號：.....

第二部份

土壤中的微生物相對植物生長至關重要。

1. [1.00 分]在下圖的方框中，寫出生物或過程的字母代號來顯示出氮循環的相應部分。
一個字母代號可能被多次使用或根本不使用，有些方框可能不需填寫。

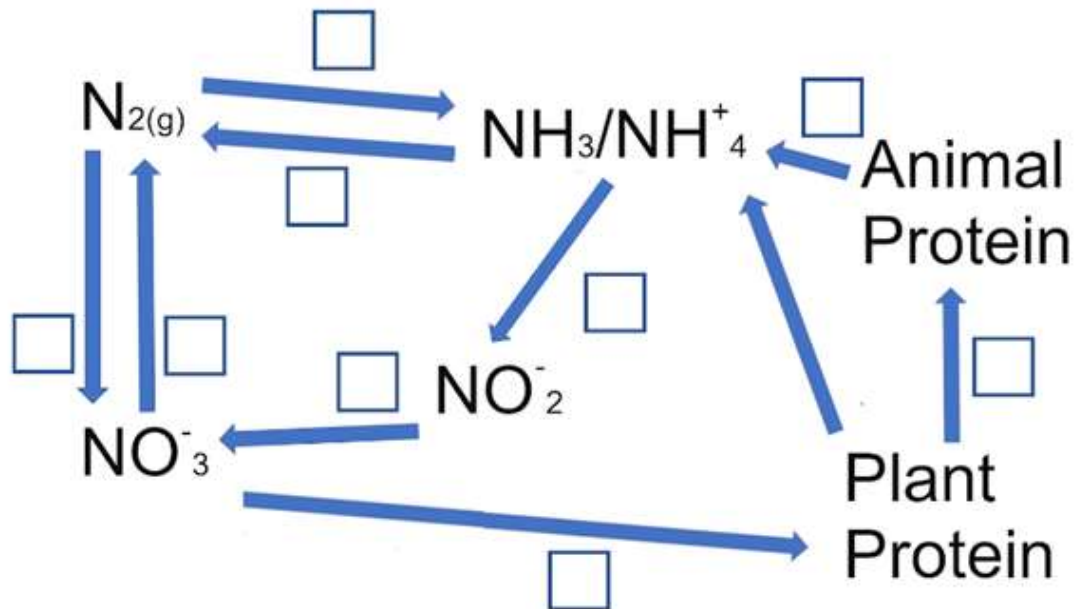
s: 閃電

t: 腐生真菌

u: 硝化細菌，例如硝基細菌和亞硝化菌

x: 反硝化細菌

y: 固氮細菌



姓名：.....

編號：.....

第三部份

鱗翅目昆蟲是玉米的主要害蟲，例如西南玉米螟蛾(*Diatraea grandiosella*)等，會破壞玉米植株的生長中心。有一些鳥類，例如北撲翅鴛(*Colaptes auratus*)，會吃莖裏的螟蛾幼蟲並減少這種害蟲。

1. [0.25 分]找到最像玉米螟蛾成蟲的鱗翅目昆蟲的圖像，並且把它圈起來。



2. [0.25 分]又選出下列最有可能會掠食玉米螟蛾初生幼蟲的生物。

蝙蝠	蜘蛛	蛾	蝸牛

3. [0.25 分]在對照實驗中，玉米螟蛾在具有較高氧分壓的環境中生長，考慮昆蟲的氣管呼吸系統，預測此玉米螟蛾成蟲相較於以正常氧分壓中生長的成蟲的特徵。

特徵	又選
有較大的胸部	
有較小的觸角	
有較長的足	
有較小的翅膀	

姓名：.....

編號：.....

4. [0.50 分]西南玉米螟蛾雄蟲可被性費洛蒙 9-十六烯吸引，農民可以如何利用它來防治這種害蟲？請又選出所有合適的可能答案。

叉選	可能的答案
☐	將 9-十六烯誘餌放在玉米田外，以吸引雄蟲遠離玉米田
☐	在玉米田中放置 9-十六烯誘餌，以防止雄蟲與雌蟲的交配
☐	將 9-十六烯誘餌與強效接觸性殺蟲劑一起放入田間，以殺死所有雄蟲
☐	在田野中放置 9-十六烯誘餌以分散雌蟲的注意力並將它們趕出田野

5. [0.5 分]在圖下方的空格內插入以下字母代號，以確定玉米螟蛾的發育階段：

- a：幼蟲
b：蛹
c：雌成蟲
d：卵
e：雄成蟲



姓名：.....

編號：.....

第 四部份

在這個實驗中，測試了 pH 值對昆蟲腦部(蘑菇體) 中谷氨酸突觸（圖 4.1）活性的影響。

然後從這種類型的突觸中記錄紅色線條 (pH9, 圖 4.2)，代表在玉米螟蛾的眼前，投予多次 閃光刺激 (每次 30 毫秒)（黑色線條，圖 4.2 底部），在其蘑菇體的神經元中，記錄到的突觸後興奮電位 (PEPS)。

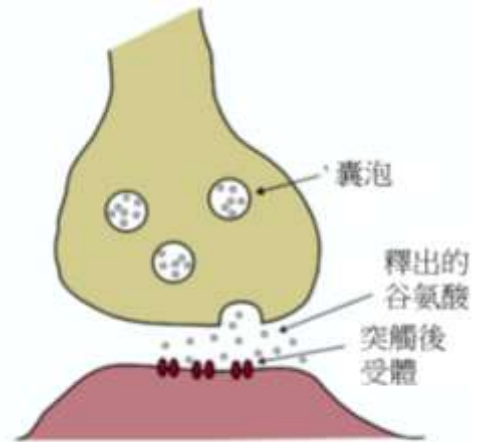


圖4.1

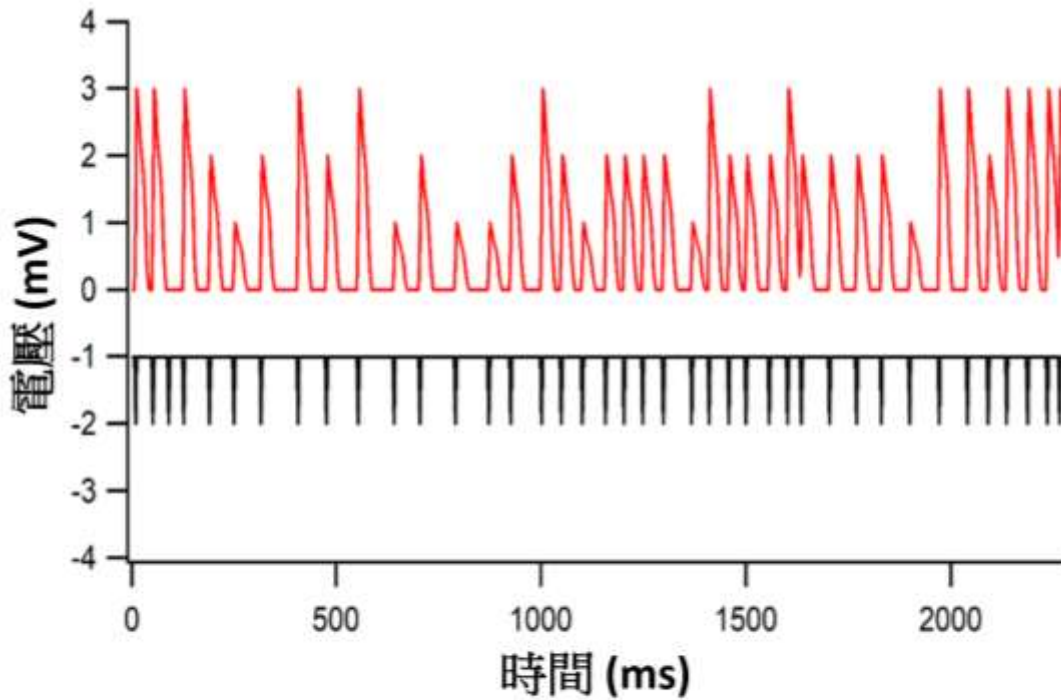


圖4.2

姓名：

編號：

在 pH5（藍色跡線、圖 4.3）中，在同一神經元上使用相同的閃光刺激來重複實驗。

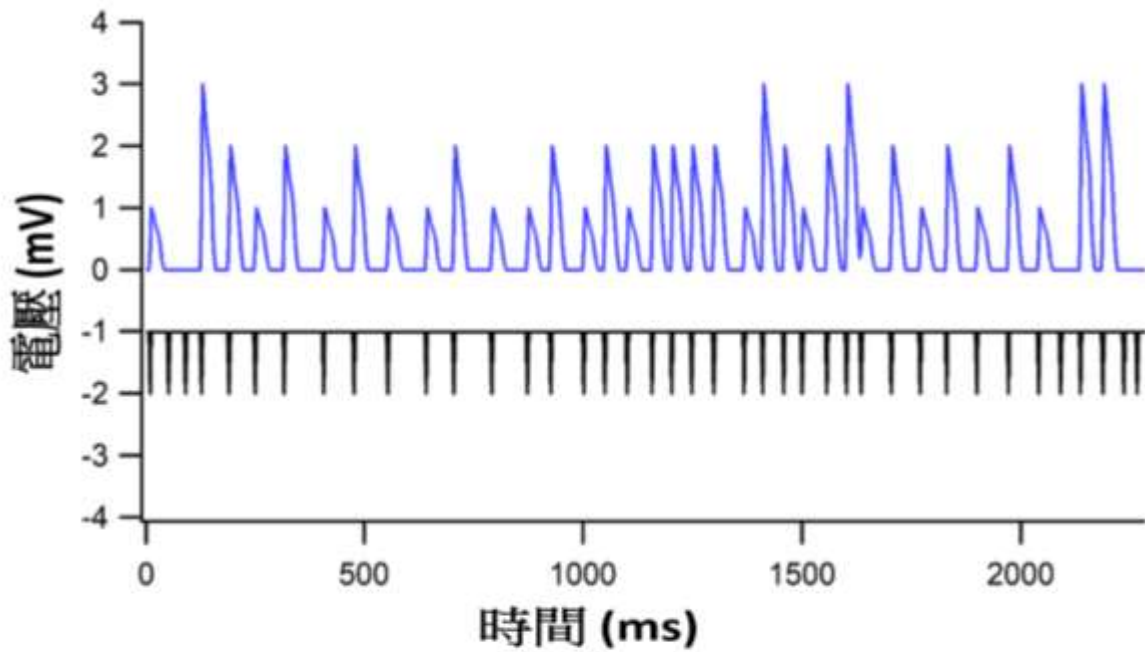


圖 4.3

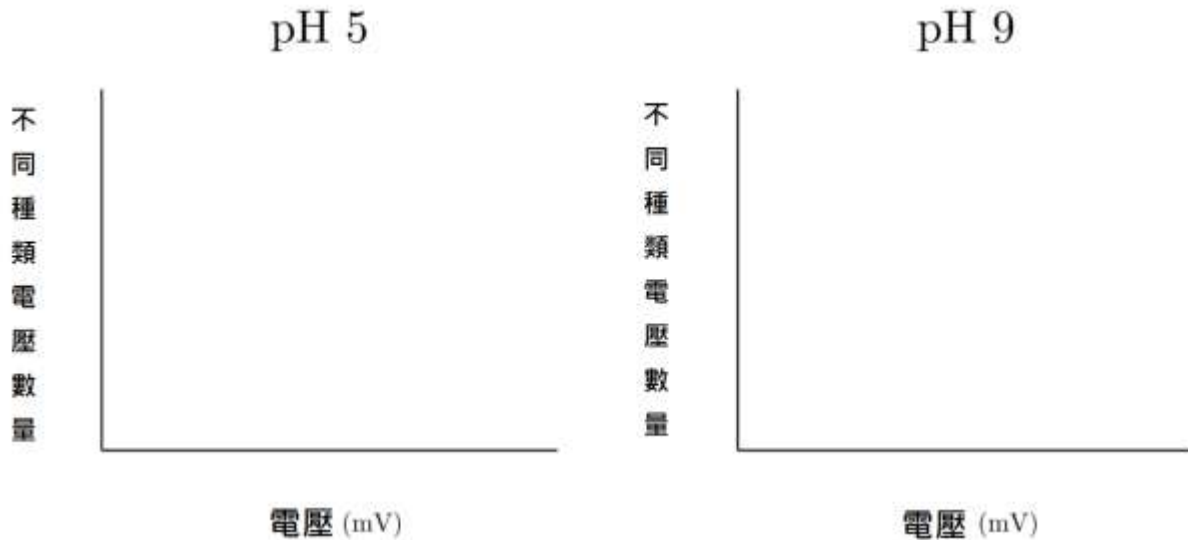
先前的研究結果顯示：

- 先前關於這些突觸中囊泡數量的研究，得出了在每次閃光刺激時，最多有 3 個囊泡可供釋出。
- 單個谷氨酸囊泡的釋放概率，與其他囊泡的釋放無關。
- PEPS 的數值具有不連續的變化。

姓名：.....

編號：.....

1. (0.5 分) 利用下圖製作一個有關不同種類 PEPS 的柱狀圖。



2. (1.0 分) 計算出不同類型的 PEPS 發生的百分比：(寫出算式和答案)

在 pH 9 時 1 mV PEPS 的百分比_____

和在 pH5 時 1 mV PEPS 的百分比_____

在 pH 9 時 2 mV PEPS 的百分比_____

和在 pH5 時 2mV PEPS 的百分比_____

在 pH 9 時 3mV PEPS 的百分比_____

和在 pH5 時 3mV PEPS 的百分比_____

3. (0.5 分) 計算出谷氨酸囊泡的釋放概率（刺激時有囊泡釋放的概率）。

(寫出算式和答案)

谷氨酸囊泡於 pH9 的釋放概率_____

和於 pH5 的釋放概率_____

在何種條件下其釋放概率較高？pH: _____

姓名：.....

編號：.....

4. (0.25 分) 在一次閃光刺激中，釋放超過兩個囊泡的概率是多少？

(寫出算式和答案)

於 pH9 時，釋放超過兩個囊泡的概率_____

於 pH5 時，釋放超過兩個囊泡的概率_____

5. (0.25 分) 是否每個囊泡的“囊泡電位機制”都相同？在所選答案欄上打 X。(0.25 分)

	是、每次釋放的谷氨酸囊泡數量都相同並產生相同的電流，這就是電壓不連續變化的原因。
	否、因為在一些刺激中沒有反應，表示有些囊泡對鈣的敏感性不同，那就是觸發釋放的機制。
	是、每個谷氨酸分子都會打開一個通道，產生相同的電流，因此來自不同囊泡所釋放的兩個分子，可用以解釋電壓的不連續變化。

姓名：.....

編號：.....

第五部份

位於質膜上的細胞表面受體在啟動細胞信號傳導方面扮演著重要角色。在玉米中發現的一種特殊的細胞表面受體 (RLK) 在植物的免疫系統中發揮作用。真菌菌絲的細胞壁碎片充當與受體結合的訊號分子 (FF)。這些受體還與植物激素離層素 (AA) 結合。訊號分子與受體的結合親和力可以通過以下方式量化：

$$K_a = \frac{[\text{受體} : \text{訊號分子複合體}]}{[\text{受體}] \times [\text{訊號分子}]}$$

使用下方圖 5.1 中顯示的結合分析的結果來回答下面的問題。

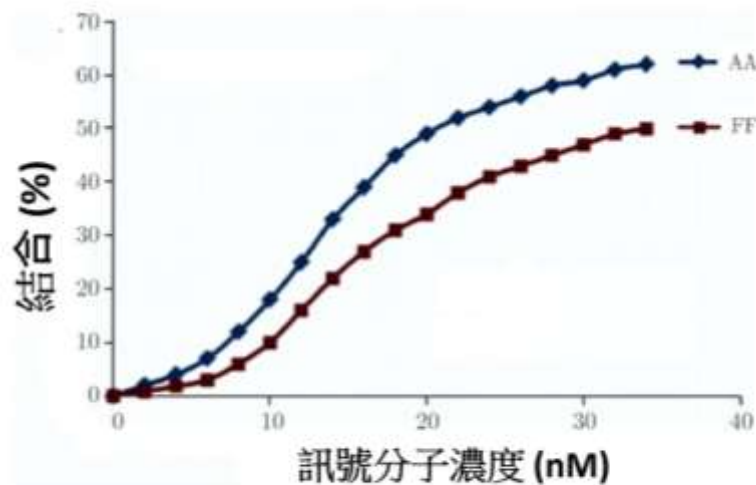


圖 5.1

1. (0.25 分) 哪個信號分子對該 RLK 受體表現出更大的結合親和力？用 X 號標示答案。

真菌碎片 FF		離層素 AA	
---------	--	--------	--

姓名：.....

編號：.....

訊號分子與受體的結合也會引起細胞內的反應。在圖 5.2 中，你可以看到訊號分子結合後引發分子在細胞膜內移動。

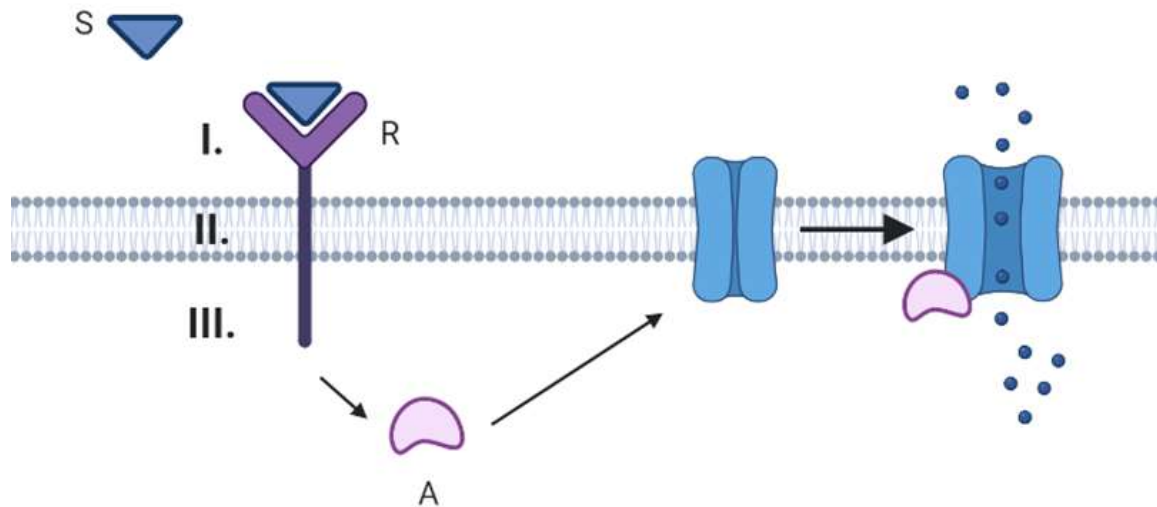


圖 5.2，S = 信號分子，R = 受體，A = 活化蛋白

2. [0.75 分] 受體 (R) 分為三個部分（在圖 5.2 中標記為 I、II 和 III）。在適當的框中用 X 標記受體的哪些部分是疏水的，哪些部分是親水的。

受體部分	疏水的	親水的
I,		
II,		
III,		

3. [1 分] 用 X 標記哪些專有名詞適用於圖 5.2

主動運輸	
便利擴散	
受體介導的內吞作用	
吞噬作用	
簡單擴散	
共同運輸	

姓名：

編號：_

4. [0.5 分] HTN1 基因編碼一種小分子的抗菌蛋白 Histatin1，它包含 297 個氨基酸。整個 HTN1 基因包含 9546 個鹼基對。該基因中多少百分比用於形成 Histatin1 的氨基酸序列？

(寫出算式和答案)

姓名：

編號：_

第二大題

第一部份

在哥倫比亞奧里諾科省，農民可以選擇不同的肥料來達到 150 公斤/公頃(kg/hectare)的氮磷鉀 NPK 14.0-23.0-14.0 需求標準(這些數字是指每個元素的質量百分比)，農生牌(Agrigrow)販售純度 80%的硝酸銨(ammonium nitrate(v)) 價格\$1.40/kg，樂植牌(Happy plants)販售純度 95%的硝酸鉀(potassium nitrate(V)) 價格\$0.720/kg

1. [0.5 分]算出各別肥料等同每公斤氮的價格(\$/Kg)

農生牌 Agrigrow _____

樂植牌 Happy Plants _____

2. [0.5 分]每公頃玉米田應施加多少質量的農生牌肥料，以達成最低氮含量的標準需求？以公斤為單位回答。

每公頃需多少公斤的農生牌肥料 _____.

姓名：

編號：

3. [0.5 分] 寫出水中氨(ammonia)與水中溶氧在鹼性環境下，反應轉換成亞硝酸離子(nitrate(iii) ions)的氧化還原平衡方程式。(可忽略狀態)

氧化還原反應式_____.

4. [0.5 分] 如果農民在每公斤含有 150 mL 水的表土中添加 0.85 克硝酸銨，那麼該表土水中的銨離子濃度是多少? pH 值是多少? 假設銨離子的 K_a 為 5.60×10^{-10} 且銨離子為 H^+ 的唯一來源，忽略其他 H^+ 來源。

銨離子濃度 _____ mol/L (0.25 分)

表土水 pH 值 _____ (答案至小數點後二位)(0.25 分)

5. [0.5 分] 大多數的玉米農使用磷酸(hydrogen phosphate(v)) 來提供玉米作物對磷的需求，一市售磷肥分別含有磷酸氫鈉(sodium monohydrogen phosphate(v))和磷酸二氫鈉(sodium dihydrogen phosphate(v)) 各 40%的質量比。農民應該以每公頃多少公斤 (kg/hectare)的量來施用這種磷肥?

每公頃用多少量(kg) _____...

姓名：

編號：_

6. [0.75 分] 這種磷酸鹽混合物在地下水中形成緩衝溶液，已知磷酸二氫根(dihydrogen phosphate(v))的 K_a 是 6.30×10^{-8} ，只根據磷酸氫根與磷酸二氫根平衡，計算此土壤中緩衝液的 pH?

緩衝液的 pH _____ (小數點後 2 位)

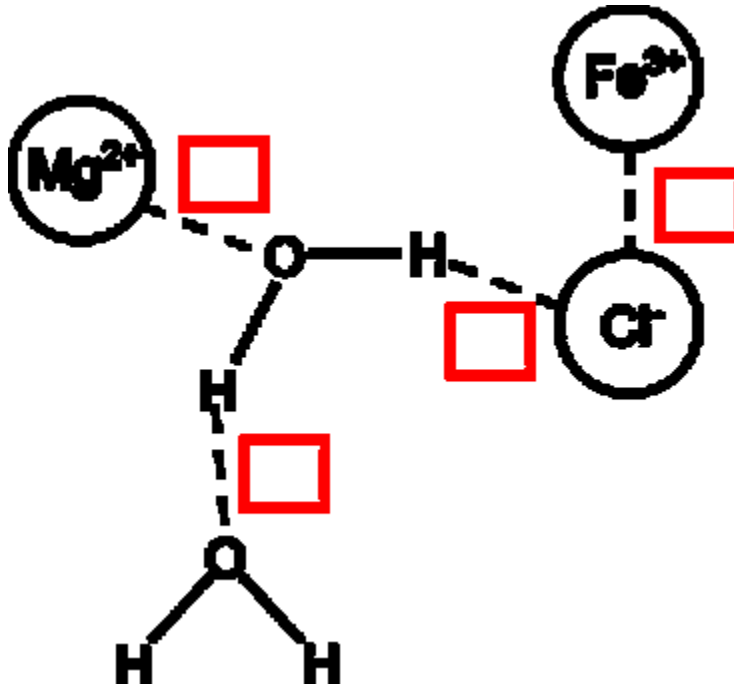
姓名：

編號：

第二部份

奧里諾科(Orinoco)省的土壤含有植物必需的礦物質，例如鈣和鎂離子，它們以離子形式鍵接在植物分解的有機物：

1. [1.0 分] 利用在下圖中的方框中填入正確的字母，來識別土壤中離子和分子之間的作用力的類型



A = Hydrogen bonds, B= ion-dipole interactions, C = ion-ion interactions

2. [0.50 分] 土壤的陽離子交換量 (CEC) 是測定土壤保留植物養分陽離子的量度，預測下列的離子-偶極引力何者最強？在所選空格中標註 X

離子	Fe^{3+}	Mg^{2+}	Cl^-	Ca^{2+}	Fe^{2+}	NO_3^-
選最強的						

姓名：

編號：_

3. [1.00 分] 土壤的酸鹼度決定了磷酸根的溶解度，磷酸鈣與磷酸鐵(iron(iii) phosphate(v))的 K_{sp} 分別為 2.07×10^{-33} 與 9.84×10^{-16} ，A 土壤主要是磷酸鈣，B 土壤主要是磷酸鐵，在各自的土壤溶液中，在 pH 7.0 時，計算何者有較高的磷酸根離子(phosphate(v) ions)且濃度比另一個高出多少倍?(假設沒有鐵離子與磷酸根水解)

哪個土壤濃度較高_____

高多少倍 _____

4. [0.75 分] 有些農民使用化學殺蟲劑馬拉硫磷防治玉米莖螟蛾幼蟲，他們需要計算如何稀釋原液以達到正確的現場使用濃度，馬拉硫磷建議用量為 每 m^2 施放 0.050 g，每 100 mL 馬拉硫磷原液中含有 57 g 馬拉硫磷，農民的土地面積為 $7500 m^2$ ，此外，農民還添加了體積相當於馬拉硫磷原液 5.0%的潤濕劑，計算農民填滿一個的噴灑罐(40 L)所應添加的所有化學品和水的個別體積

馬拉硫磷原液體積_____ [0.25 分]

姓名：

編號：_

潤濕劑體積 _____ [0.25 分]

水的體積 _____ [0.25 分]

5. [0.75 分] 農民的噴霧罐由鐵製成，並用一對螺栓修理，一個螺栓由鋁製成，另一個螺栓由銅製成，在使用幾次藥劑後，注意到其中一部份金屬發生腐蝕，選出農民會在何處觀察到腐蝕。

標準還原電位是拉電子力的一種度量，電位越高拉電子越強，這些金屬的標準還原電位如下：

Reaction	$E_0(V)$
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$	+0.34
$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow \text{Fe}_{(s)}$	-0.04
$\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}_{(s)}$	-0.44
$\text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow \text{Al}_{(s)}$	-1.66

在合理的選項內打 X

選項	腐蝕位置
	在鋁製螺栓被弄濕的部分
	在銅製螺栓被弄濕的部分
	在鋁製螺栓上弄濕和經常摩擦的部分
	在鋁製螺栓周圍弄濕的鐵上
	在兩個螺栓附近乾燥的鐵上
	在銅製螺栓周圍弄濕的鐵上

姓名：.....

編號：.....

第三部份

發酵和蒸餾

玉米可直接供人類和動物食用，但也可生產乙醇作為替代燃料，或加工成玉米糖漿，將玉米粒轉化為乙醇需要以下生產步驟：研磨和浸泡、煮沸、冷卻和酶水解、酵母發酵、離心和分子過濾前的最後蒸餾，研磨的玉米粉含有以下成分。

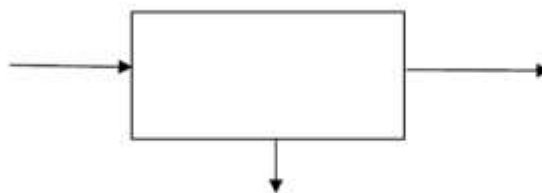
成分	重量 %
水分 (H ₂ O)	9.6
灰分 (金屬與氧化矽)	1.7
蛋白質	10.7
不溶性纖維	2.2
碳水化合物	70.4
脂質	5.4

(來源: FAO)

1. [0.5 分] 一家玉米乙醇廠每天加工 5000 噸玉米粉，每公斤玉米粉需添加 2.50 L 水，計算進出酶消化過程的質量流速(kg/s)，並在下圖中標示：

玉米粉 + 水
Milled maize + water

碳水化合物, 脂質, 水
Carbohydrates, lipids, water



Insoluble fibre and ash

不溶性纖維與灰分

姓名：

編號：_

玉米粉與水的流入質量流速

不溶性纖維與灰分的流出質量流速

碳水化合物, 脂質, 水的流出質量流速

2. [0.50 分]將碳水化合物、脂質和水的混合物添加到含有酵母（*Saccromyces ceresisi*）的批次發酵槽（4000L）中，在 35.0 °C 下，酵母在該槽中以每秒 2000 moles 葡萄糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）的速度快速生長並進行厭氧呼吸，酵母水解碳水化合物的無氧呼吸可以表示為：



計算將發酵槽保持在 35.0 °C 所需的冷卻水流量(kg/s)，假設沒有其他熱損失，冷卻水的比熱為 4.18 J/g . K，流入的水溫為 5.0 °C，流出溫度為 30.0 °C。

冷卻水流量 kg/s

3. [0.50 分] 在發酵過程中，某一批被細菌污染，可以利用將 pH 值從 6.00 降低到 1.95 來殺死這些細菌，過量的酸並不會與碳水化合物、脂質或酵母發生反應，計算改變該批反應的 pH 到 1.95 值需要多少體積的 2.50 M 硫酸？（假設硫酸完全解離且加酸過程體積不變）

所需加入 2.50M 硫酸體積..... L

姓名：.....

編號：.....

4. [0.75 分] 在高效發酵中，86.0% 的碳水化合物($C_6H_{12}O_6$)被酵母轉化為乙醇 (C_2H_5OH) 和二氧化碳，在 32.0 °C 的溫度和 101kPa 的壓力下，酵母從內有 1400kg 玉米粉的 4000 L 槽中，可產生多少體積的二氧化碳? ($R = 8.314 \text{ J/mol.K}$)

產生二氧化碳的體積_____ m^3

5. [0.50 分] 蒸餾產生的乙醇以分子篩過濾除去水分，並添加到汽油中作為替代燃料，燃燒焓為:辛烷 -5470 kJ/mol, 乙醇-1371 kJ/mol，液體密度: 辛烷 703 kg/m^3 ，乙醇 789 kg/m^3 ，計算燃燒 1.00 L 的 80.0/20.0 (v/v) 辛烷/乙醇混合燃料，辛烷與乙醇的分子式分別為 C_8H_{18} 與 C_2H_5OH 。

燃燒 1.00 L 的混合燃料所放出的能量.....kJ.

姓名：.....

編號：.....

第三大題

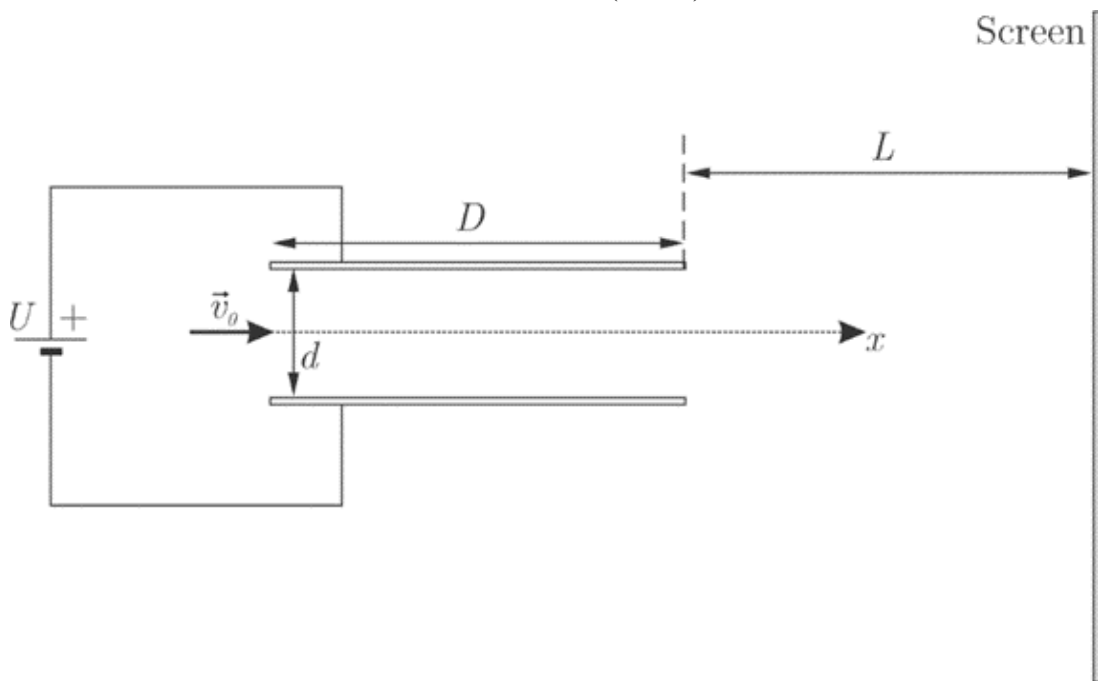
第一部份

當帶電粒子進入兩個帶電板之間的空間時，它的移動方向會有偏離。對於給定的帶電板配置，移動方向的偏離與離子質量(mass)和電荷(charge)有關，這是簡單型質譜儀的工作原理。要落實想法，我們考慮氯(Cl)和鎂(Mg)的離子化同位素(isotopes)。

($1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

Isotopes	Mass (u)	Charge
^{35}Cl	34.97	$-e$
^{37}Cl	36.97	$-e$
^{24}Mg	23.98	$+2e$
^{26}Mg	25.98	$+2e$

考慮某給定物質的同位素離子，起初以初速度 v_0 沿著與 x 軸重合的線移動，請見下圖與數據。為求簡化，在所有後續問題中，假設帶電板與電荷的作用僅限於帶電板間的空間。在這些條件下，板間空間的電場強度為 $E=U/d$ 。偏轉的離子撞擊屏幕(screen)，留下標記。



常用數據：

基本電荷 e :	$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
帶電板兩側電位差 U :	75 V
帶電板長度 D :	5.0 cm
兩帶電板間的距離 d :	1.0 cm
帶電板與屏幕(screen)間的距離 L :	10 cm
離子的初速度 v_0 :	$1.0 \times 10^5 \text{ m/s}$

姓名：

編號：_

1. [0.20 分] 考慮 ^{37}Cl 離子，帶電量為 $-e$ ，計算此 ^{37}Cl 離子由於地球造成的重力與帶電板造成電力的比。

比(重力與電力的比)_____

2. [0.20 分] 試由你在上題中找到的值，判斷重力在這個問題中是否可以忽略不計？在下方表格中用 X 標記正確答案。

可忽略	不可忽略

姓名：

編號：_

3. [0.50 分] 計算帶電荷 $-e$ 的 ^{35}Cl 離子在離開帶電板間空間時偏離 x 軸的距離。

偏離 x 軸的距離:

4. [0.50 分] 當此同位素(^{35}Cl)離子(帶電量為 $-e$)離開平行帶電板時，其速度與 x 軸夾的角度為何？

角度:

姓名：.....

編號：.....

5. [1.60 分] 試求兩個帶相同電荷的不同離子在屏幕上的標記與 x 軸的距離之間的比率 h_1/h_2 ，以質量 m_1 與 m_2 表示之。

$h_1/h_2 =$ _____

6. [1.00 分] 帶有相同的初速度 v_0 的鎂同位素 (^{24}Mg 與 ^{26}Mg) 離子 (帶電量為 $+2e$)，在屏幕上造成的標記距離多遠？(答案的單位需為 mm)

標記距離多遠(mm): _____

姓名：

編號：_

7. [1.00 分] 若 ^{24}Mg 與 ^{26}Mg 離子在進入兩個帶電板之間的空間前，是由靜止狀態以沿 x 軸方向用 1000 V 的電壓來加速，這兩種同位素離子在屏幕上造成的標記距離多遠？(答案的單位需為 mm)

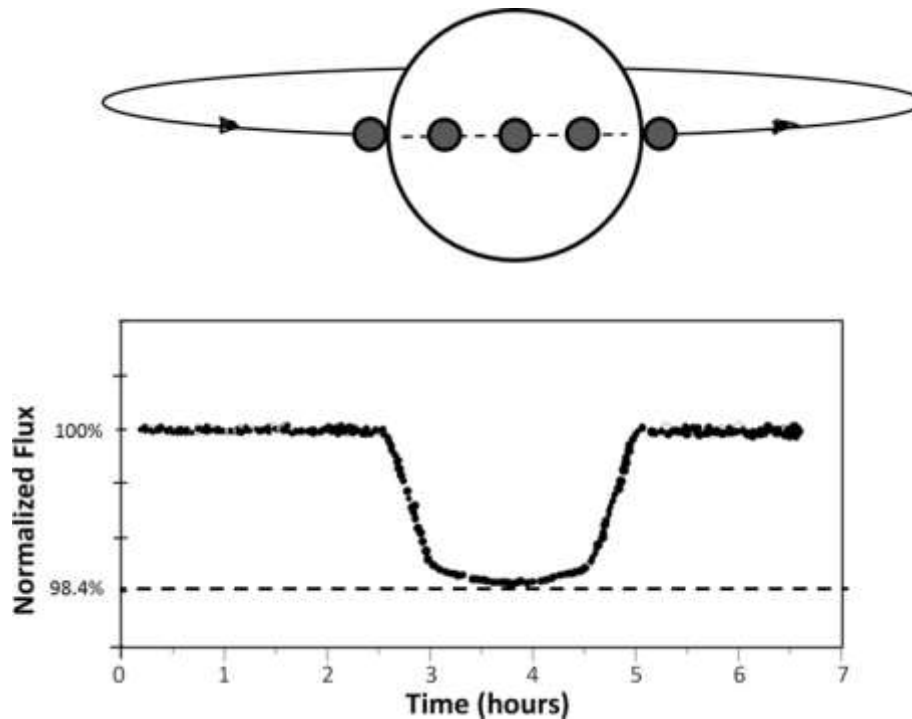
標記距離多遠(mm): _____

姓名：.....

編號：.....

第二部份

現今詹姆斯·韋伯太空望遠鏡(James Webb Space Telescope)可以偵測到遙遠恆星旁一顆繞行的行星明確無誤的信號，在尋找地球以外可能適合人居的系外行星，邁出了重要一步。今年 6 月 21 日，科學家以近紅外成像儀和狹縫光譜儀 (NIRISS) 量測來自恆星 WASP-96 及其行星 WASP-96b 形成的系統的光，當這顆行星（灰色小圓圈代表的連續位置）從恆星（白色大圓圈）前方經過時，科學家分析後得到光變曲線（下圖），顯示出在行星凌日(恆星)過程中，恆星光（通量）整體變暗。本圖中恆星及其行星未依照比例繪製。



常用數據：

恆星 WASP-96 的質量: $M_{star} = 1.06 M_{Sun}$

恆星 WASP-96 的半徑: $R_{star} = 1.05 R_{Sun}$

恆星 WASP-96 的溫度: $T_{star} = 0.9588 T_{Sun}$

行星 WASP-96b 的質量: $M_{planet} = 155.5 M_{Earth}$

恆星 WASP-96 與行星 WASP-96b 的距離: $a = 0.0453 \text{ AU}$ ($1 \text{ AU} = 1.496 \times 10^{11} \text{ m}$)

姓名：.....

編號：.....

地球的質量: $M_{Earth} = 5.974 \times 10^{24} \text{ kg}$

太陽的質量: $M_{Sun} = 1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$

萬有引力常數: $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

1. [0.50 分] 從圖中推斷出預期的行星(WASP-96b)凌日(恆星 WASP-96)過程持續時間為何？
(單位為小時)

過程持續時間(小時)：_____

2. [1.00 分] 天文物理學家公認凌日過程中光通量的變化等於行星 WASP-96b 截面積與恆星 WASP-96 截面積之比值，試據此估算行星 WASP-96b 的半徑(以太陽半徑的倍數表示之)。

行星 WASP-96b 的半徑(以太陽半徑的倍數表示) _____

姓名：

編號：_

3. [1.00 分] 假設此行星 WASP-96b 以圓形軌道繞恆星旋轉，試求這顆行星的軌道週期(答案的單位需為天(太陽日))。

行星的軌道週期(單位為天)_____

4. [1.00 分] 試求行星 WASP-96b 的軌道速度(答案的單位需為 km/s)。

行星 WASP-96b 的軌道速度(單位為 km/s)_____

姓名：.....

編號：.....

5. [1.50 分] 恆星的光度 L 也就是其表面輻射的電磁功率。根據史蒂芬-波茲曼定律(Stefan-Boltzmann's law)，光度 L 與表面積 A 和溫度 T 之間的關係為：

$$L = \sigma A T^4$$

其中 σ 為比例常數(稱為史蒂芬-波茲曼常數(Stefan-Boltzmann's constant))，試計算恆星 WASP-96 的光度(以太陽光度的倍數表示之)。

恆星 WASP-96 的光度(相對於太陽光度的倍數)_____