

2006 年國際國中生科學奧林匹亞競賽 —理論試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

問題一，物理（10 分）

在 1905 年，愛因斯坦首先提出一個觀念，輻射所含有的每一頻率只能是一種基本量（量子）的整數倍。此種基本量的載子後來被稱為光子。每一個光子所載的能量與輻射的頻率 f 成正比，可寫為

$$E = hf$$

式中的比例常數 h 稱為卜朗克常數， $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ 。例如綠光的輻射（ $\lambda = c/f \sim 500$ 奈米）所組成的光子，具有能量 $E \sim 2.5 \text{ eV}$ 。另外，X-射線的輻射（ $\lambda = c/f \sim 1$ 奈米）所組成的光子，具有能量 $E \sim 1.2 \text{ eV}$ （註： $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ，光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）。記住這些觀念，以及利用圖 1 的幫助，回答下列問題。

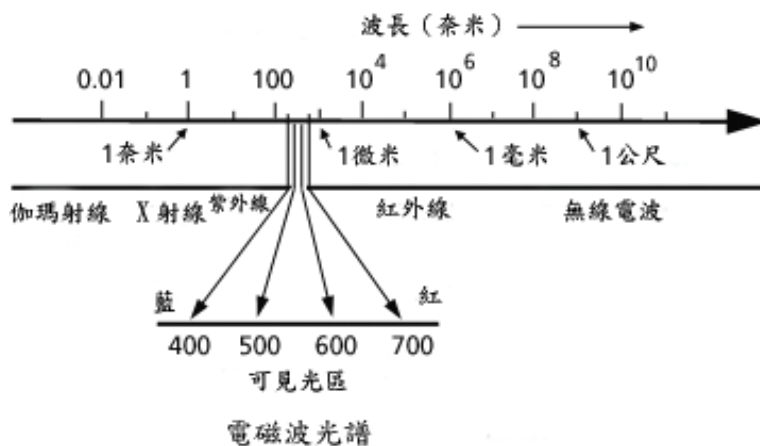


圖 1

1. (3.5 分) 設若電子在真空管中，被電位差為 6000 伏特的電壓加速行進。當電子碰撞到靶極時就停止。同時在此過程中，會產生輻射（稱為 *bremsstrahlung*）。

a) (1.0 分) 求此輻射的能量，以焦耳 (J)

表示之，在答案卷上作答。

（基本電荷之電量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ）

- b) (0.5 分) 在此過程中產生的輻射，其最大頻率為多少？並在答案卷之表格中勾選出屬此頻率的光譜。

伽瑪 射線	X-射 線	紫外 線	可見 光	紅外 線	無線 電波

- c) (2.0 分)如一質子以相同的電壓加速時，求可得多大能量以及速率？在答案卷上作答。

(質子的質量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

2. (6.5 分)如圖 2 的實驗儀器裝置，當金屬板 B 受頻率為 f 的光照射，只要入射光頻率超越某臨界(底限)頻率 f_c (此頻率與金屬板 B 的構成材料有關)時，則在電路上有電流流動。爲了阻斷此電流，可在兩板級 A 和 B 間加上一電位差。而阻斷此電流所需的最低電位差 V_0 ，卻與照射在金屬板 B 的光頻率 f 有關。

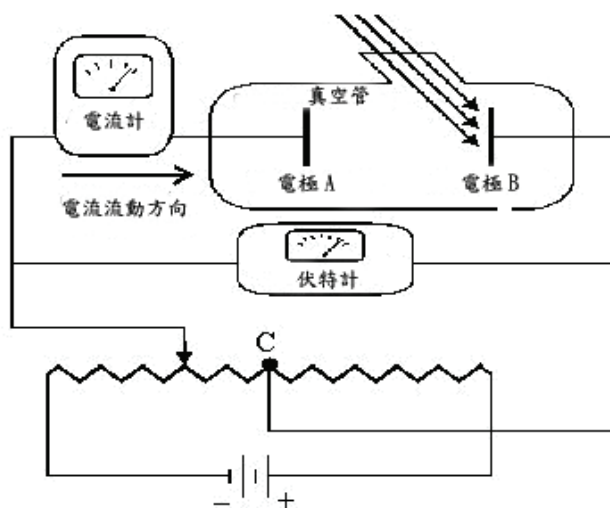
- a) (1.0 分)寫出 V_0 和 f 的關係式，設若頻率大於 f_c 。在答案卷上作答。
- b) (4.5 分)由下列的實驗數據，以電壓爲縱軸，頻率爲橫軸，在答案卷上描繪出電壓與頻率的關係圖。

f 以 10^{15} Hz 爲單位	V_0 以 V 爲單位
3,0	4,3
4,0	8,3
5,0	12,1
6,0	16,9
7,0	21,1
8,0	24,1
9,0	29,3
10,0	33,0

並求出圖形的斜率以及底限頻率 f_c 。

- c) (1.0 分)爲何有此底限頻率的的存在，在低於此頻率時，此種現象不會發生，能否以光子或能包解釋？在答案卷上的表格中勾選出正確答案。

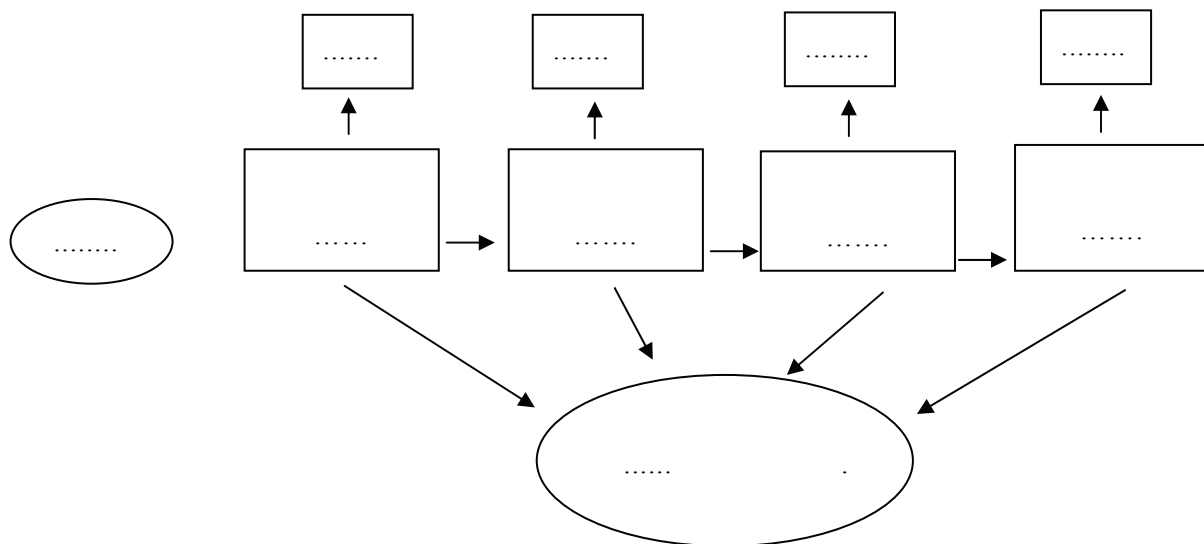
光子的能量太低	
沒有足夠的光子產生	
每一個光子的波長太短	



圖二

問題二，生物學(10 分)

1. (2.5 分) 下圖代表某一食物鏈中不同的營養層間能量的流動。



a) (8x0.125 分)

利用下列之答案代碼，將正確答案之代碼，填入答案卷欄位中。

1 = 真菌, 2 = 蛇, 3 = 熱能, 4 = 青蛙,
5 = 細菌, 6 = 蟋蟀, 7 = 光, 8 = 植物, :
(某些答案的代碼可能使用超過一次)

b) (3x0.25 分)

使用相同的圖，但改用下列答案之羅馬數字代碼，將正確答案之代碼，填入答案卷的欄位中，

(I) = 分解者, (II) = 生產者, (III) = 消費者
(某些答案的代碼可能使用超過一次)

c) (0.25 分)

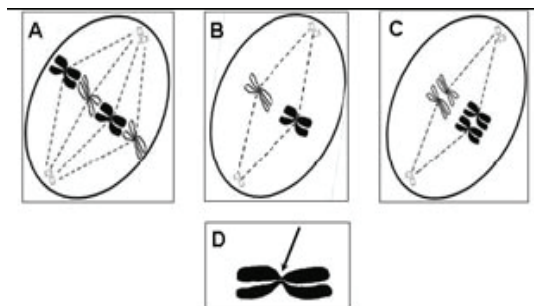
在答案卷上寫出本食物鏈中具有多少營養層？

2. (2.5 分)

下列 A、B、C 圖，分別代表核(細胞)分裂中的不同階段，已知此細胞有 $2n=4$ 個染色體。

1 = S 期	6 = 同源染色體	11 = 間期
2 = G ₁ 期	7 = 減數分裂	12 = 中心粒
3 = 前期	8 = 末期	13 = 中期
4 = 著絲點	9 = 中期 I	14 = 有絲分裂
5 = 後期	10 = 中期 II	15 = 染色單體

子題 a 及子題 b，使用的答案代碼表：
(某些答案的代碼可能使用超過一次)



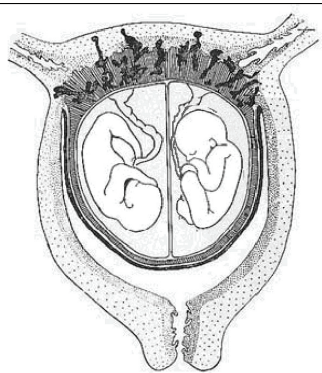
a) (9x0.25 分)

利用上述的代碼表，將代表正確答案的代碼，填入答案卷附表的欄位中。

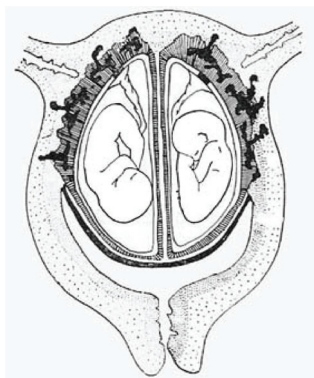
	核(細胞)分裂的種類	圖中所示的階段名稱	何者將於下一階段中分離?
圖 A			
圖 B			
圖 C			

b) 圖中構造 D 是甚麼？填上正確的代碼。(0.25 分)

3. 圖 A 及圖 B 分別代表兩位孕婦的子宮。(2.5 分)



A



B

a) 請在答案卷中勾選圖 A 及圖 B 的雙胞胎種類。(1.0 分)

雙胞胎的種類	圖 A	圖 B
同卵雙生		
異卵雙生		
三卵雙生		

b) 請在答案卷中勾選圖 A 及圖 B 的正確選項:(1.0 分)

選項	圖 A	圖 B
雙胞胎性別必定相同		
雙胞胎性別必定不同		
雙胞胎可能擁有不同性別		

c) 判別有關胎盤功能的敘述是否正確，在答案卷中勾選正確選項:(0.5 分)

胎盤的功能	正確	不正確
1. 自母體將氧氣、養分、激素運送至胎兒		
2. 有助於消化母親的食物.		
3. 保護胎兒對抗大部分病原體.		
4. 過濾源自胎兒之廢物		

4. 思考下列的真核生物或細胞，變形蟲、草履蟲、眼蟲、錐蟲、精子、輸卵管的上皮細胞，並據以回答下列問題：(2.5 分)

a) 在答案卷中勾選該種細胞所擁有的構造。(1.0 分)

	變形蟲	草履蟲	眼蟲	錐蟲	精子	輸卵管的上皮細胞
纖毛						
鞭毛						
偽足						

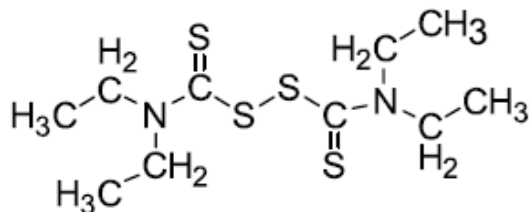
- b) 於答案卷的附表中，勾選該種細胞或生物構造(例如：纖毛....)所具備的功能。

(1.5 分)

	變形蟲	草履蟲	眼蟲	錐蟲	精子	輸卵管的上皮細胞
I. 只用於細胞週圍液體的流動						
II. 只用於細胞的運動						
III. 同時包括 I 與 II						

問題三，化學 (10 分)

1. (2.5 分) 藥物 *dissulfiram* 的結構式如下所示，在社會上及醫療上相當重要。用正確的劑量會使酗酒者產生不適的反應，因此它可用於酗酒的治療。

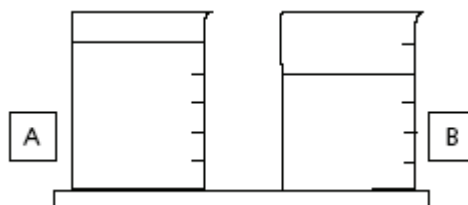


Dissulfiram

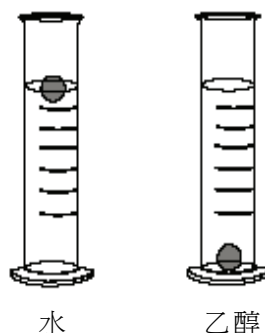
- a) (0.5 分) 在答案卷上寫出 *dissulfiram* 的分子式。
- b) (1.0 分) 在答案卷上寫出此分子中有多少對未共用電子對？

- c) (1.0 分) 是否可用氧原子取代氮原子，來製備結構類似 *dissulfiram* 的化合物？在答案卷上寫 yes 或 no。

2. (2.5 分) 如下圖所示有兩個相同的容器。其中一個容器裝有 1 kg 質量的水 (H_2O)，另一個裝有相同質量的乙醇 (CH_3CH_2OH)。



使用一個具有適當密度的小球，下圖顯示實驗的結果。



- a) (0.5 分) 哪一容器內裝的物質是水？在答案卷上寫出 A 或 B？
- b) (1.0 分) 由容器 A 和 B 內所含的物質質量，分別計算容器 A 和容器 B 中所含物質的莫耳數？在答案卷上作答。
- c) (1.0 分) 繼續上面的 b 小題，分別計算容器 A 和容器 B 中所含物質的原子數。在答案卷上作答。

亞佛加厥數 = 6.02×10^{23}

(C = 12 g mol^{-1} , H = 1 g mol^{-1} ,

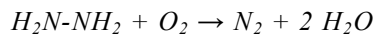
O = 16 g mol^{-1})

3.(2.5 分) 齊帕林號(Zeppelins)飛船曾經是人類所製造最大的飛行器。最雄偉的「興登堡」號使用的是氫氣而不是氮氣。它的氣艇有 250 公尺長，體積約 200×10^6 升，相當於 8.1×10^6 莫耳的氣體。但因氫氣具有高度的可燃性，使得它在西元 1937 年 5 月 6 日發生爆炸。

- a) (0.5 分)在答案卷上寫出氫氣燃燒的化學反應式。
- b) (2.0 分)假如興登堡號使用的氫氣是由鐵和酸反應所產生的(鐵變成 Fe^{2+})，計算所需鐵的質量，並在答案卷上寫出其均衡的化學反應式。

$$M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g/mol}$$

4. (2.5 分) 聯胺(hydrazine)可用作火箭的燃料。它燃燒的反應式如下：



這反應的焓變化(enthalpy change)可由其所包含的化學鍵之鍵能得知。因此，我們需考慮當化學鍵生成時放出能量及鍵被破壞時吸收能量。下表顯示破壞每莫耳化學鍵所需的焓(鍵能)。

化學鍵	焓 (kJ/mol)
H-H	436
H-O	464
N-N	163
N=N	514
N≡N	946
C-H	413
N-H	389
O=O	498
O-O	134
C-O	799

燃燒一莫耳聯胺時焓的變化量是多少？在答案卷上作答。