

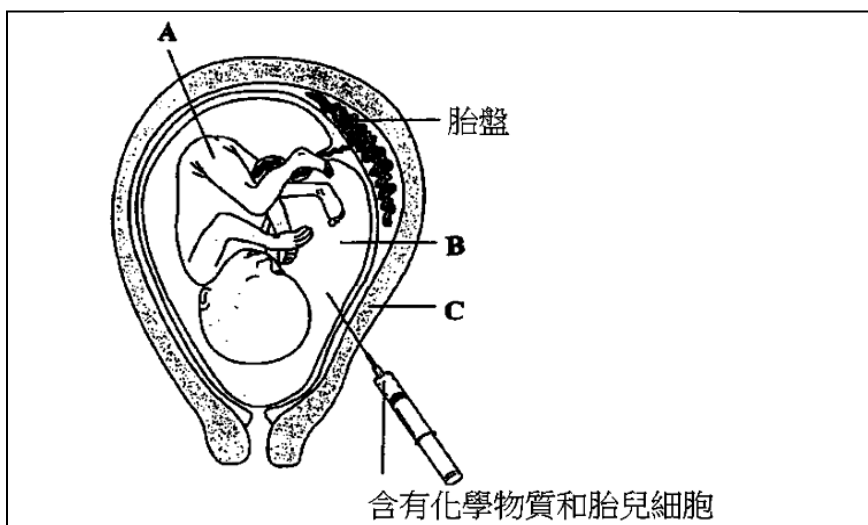
2011 年第八屆國際國中科學奧林匹亞競賽 --理論試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

第一部分：生物

問題 1

在醫學技術方面的進步，已經使醫生得以在嬰兒出生之前確定是否有異常的染色體。其中一種技術的例子是羊膜穿刺法，如圖 1，此技術通常是在懷孕的第 18 週期間進行。檢視下圖 1，並回答下列問題。



准許：基礎教育系

圖 1

(a) 配合圖 1，A、B 和 C 的構造或部位(X 欄)，從 Y 欄中各選出一個正確的選項，將號碼填在答案紙上。

X 欄	Y 欄
A. _____.	I. 可作為減震器的液體。
B. _____.	II. 內含紅血球以攜帶氧氣的液體。
	III. 代表人體懷孕時，胚胎發育 3-9 個月的構造。

C. _____.	IV. 代表人體懷孕時，胚胎發育 1-2 個月的構造。 V. 在生產/ 分娩的第一階段期間，會擴張的構造。 VI. 發生授精作用的場所 VII. 在月經期間會被排除掉的構造。 VIII. 子宮肌層(肌肉質的壁)。
-----------	--

(1.5 分)

(b) 指出下列所述為正確或錯誤，在答案紙的適當空格內打鉤(✓)。

	正確	錯誤
(i) …羊水內將不會含有細胞。(0.25 分)		
(ii) …傷害胎兒的可能性增加。(0.25 分)		

(0.5 分)

(c) 檢視下列染色體圖(圖 2)

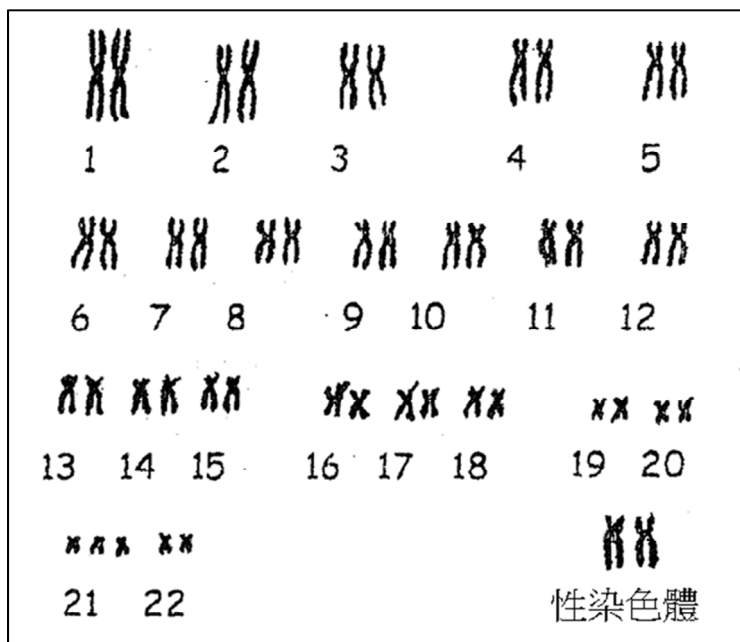


圖 2

(i) 圖 2 的染色體圖可檢驗出某遺傳疾病，其相關症狀請在答案紙上圈出正確的英文字母。(0.5 分)

A. 第 8 號凝集因子缺乏或量不足。 B. 肌肉不發達，智力不足，而且身材矮小。 C. 肺臟裏有粘液阻斷空氣通道。
--

(ii) 圖 2 的染色體圖所顯示的遺傳疾病是一種體染色體(autosomal)的病。這個敘述正確或錯誤，在答案紙適當的空格內打鉤(✓)。(0.25 分)

(iii) 在你的答案紙上圈出正確的英文字母，以使整個句子有完整敘述。圖 2 為某小孩的染色體圖，其性別是.....。(0.5 分)

(d) 很多激素在懷孕期間具有至關重要的作用。

- | |
|----------------------|
| M. 催產素(Oxytocin) |
| N. 泌乳激素 (Prolactin) |
| O. 雌性素 (Oestrogen) |
| P. 黃體素(Progesterone) |

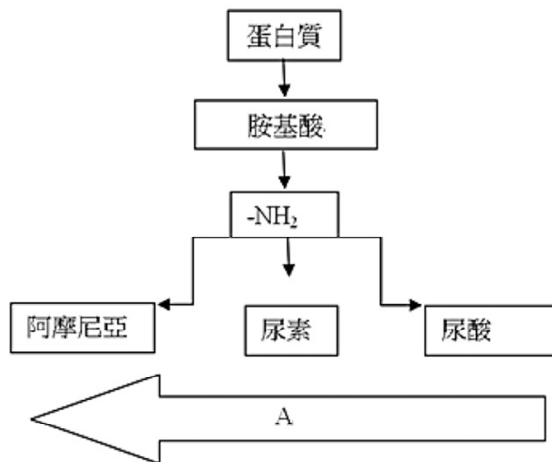
在答案紙中最適當的格子裏打鉤(✓)，以使整個句子有完整敘述。

		M	N	O	P
(i)	由腦下垂體大分泌，以參與生小孩(分娩)的激素是...				
(ii)	由胎盤大量分泌，以幫助維持子宮內膜的激素是...				

(0.5x2=1 分)

問題 2：

下圖為動物形成含氮代謝廢物的流程圖，研究下圖並回答問題。



- A. 箭號 A 代表對於排泄過程，水的需要量減少。
- B. 箭號 A 代表對於含氮廢物的形成，能量的需要量減少。
- C. 箭號 A 代表對於排泄過程，水的需要量增加。
- D. 箭號 A 代表對於含氮廢物的形成，能量的需要量增加。

選擇兩個正確的敘述，並將正確的字母(A、B、C、D)填寫於答案紙上。

(0.75 分 x 2 = 1.5 分)

問題 3：光合作用

下圖為環境因子影響光合作用速率的統計圖，研究並回答下列問題。

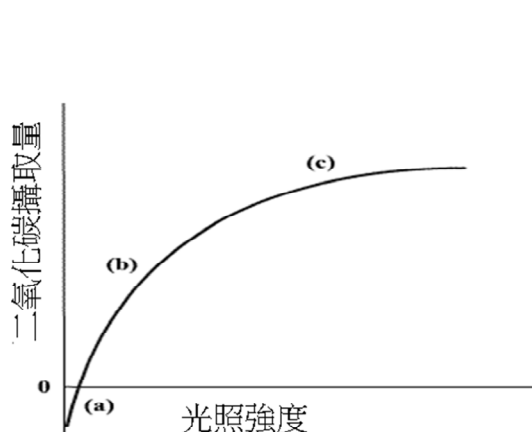


圖 3a.

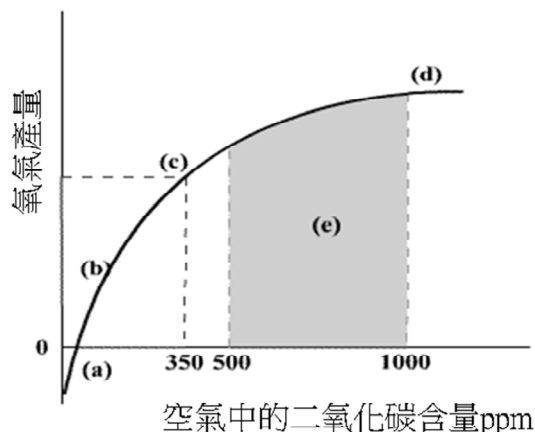


圖 3b.

指出下列敘述正確或錯誤，在答案紙的適當空格內打鉤(✓)。

	正確	錯誤
A. 圖 3a 的(c)點之後進一步增加光強度，明顯增加光合作用的速率。(0.25 分)		
B. 圖 3a 的(c)點之後，光強度成為光合作用速率的限制因子。(0.25 分)		
C. 在兩個圖的(a)點上，植物只有在呼吸而沒有行光合作用。(0.25 分)		
D. 於圖 3b 的(d)點，植物的氧氣產生已經達到最高速率，而且光合作用速率仍然維持一個穩定的程度。(0.25 分)		

問題 4：再生能源:生質燃料的製造

能源作物，例如小麥，玉米，油菜種子，甜菜，牧草和柳樹，因為它們具有替代化石燃料(fossil fuel)成為燃料資源(fuel source)的潛力，而正被研究中。這些農作物的栽培成本低，能量產值高，故可被利用以製成各種不同的生質燃料，例如沼氣(biogas)、生質柴油

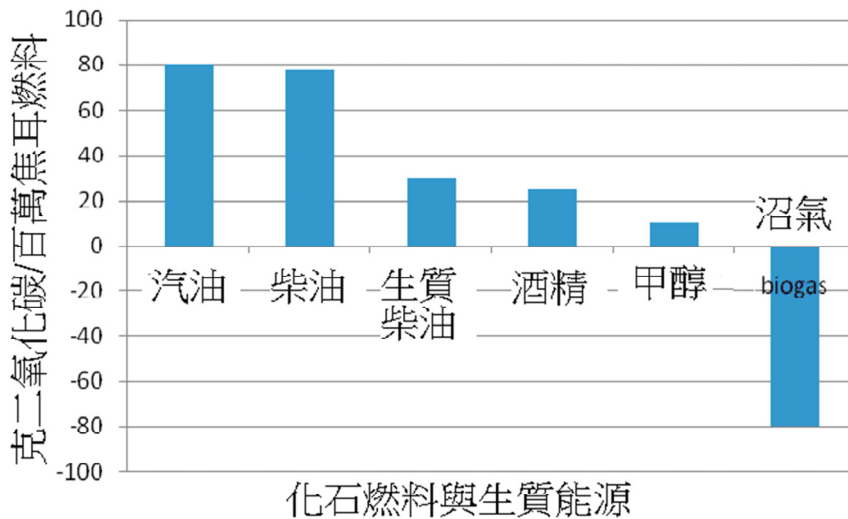
(biodiesel)和酒精。下表(表 1)顯示不同能源作物所製成的各種生質燃料的產量比較之數據。

表 1

作物種類	能量總產量(百萬焦耳/公頃年)			用於製造與轉換所消耗的能量 (百萬焦耳/公頃/年)		
	I.酒精	II.沼氣	III.生質柴油	I.酒精	II.沼氣	III.生質柴油
A.小麥	65	85	-	40	30	-
B.甜菜	115	130	-	60	65	10
C.油菜種子	-	-	30	-	-	10
D.牧草	-	75	-	-	25	-
E.玉米	-	125	-	-	35	-
F.柳樹	65	-	-	30	-	-

修改自: *Borjesson and Mattiasson (2007)*

- (a) 分別計算以 A, B, D, E 作物製成的沼氣，其能量的淨產量 (百萬焦耳/ 公頃 / 年)。寫出你所有計算的過程。(0.25X 4=1 分)
- (b) 寫出可製成具有最高能量淨產量的沼氣之農作物的英文字母。(0.25 分)
- (c) 從非沼氣的生質燃料中，寫出具有最高能量淨產量的農作物之英文字母。(0.5 分)
- (d) 替代化石燃料的生質燃料將具有潛力減低溫室氣體的排放。圖 4 顯示化石燃料及生質能源釋放二氧化碳(CO₂)量的平均值。



修改自: *Borjesson & Mattiasson (2007)*

圖 4、化石燃料與生質能源的製造與燃燒所產生的二氧化碳平均淨產量。

參考圖 4 回答下列各題。

- (i) 假如柴油被生質柴油所取代，估計二氧化碳的排放量會減低多少百分比？寫出你的計算過程。(1 分)
- (ii) 那一種生質能源對於降低二氧化碳的釋放，效率最佳？在最適當的格子裏打鉤(✓)

生質柴油	沼氣	酒精	甲醇

(0.5 分)

第二部分：化學

酸在我們的生活中佔重要的部分，它們使甘貝熊(Gummy Bears)具有酸味，造成酸雨腐蝕重要的雕像和損壞歷史建築。最近有名的例子是三千萬美元的自由女神像 (Statue of Liberty) 修護計畫。酸也讓許多詹姆斯龐德 (James Bond) 電影出名，因他帶有一支充滿酸的金筆，當龐德被抓監禁時，他從他的筆中倒出一些酸到監牢的鐵杆上，酸將金屬溶解而龐德得以逃出。

問題 1

- 1.1 氯化氫可以方便地用濃 H_2SO_4 與 NaCl 固體反應製得。寫出此反應的平衡反應式。(0.5 分)
- 1.2 配合表 1 中的敘述，從表 2 中找出相當的合理說明之字母。(0.25 分)

表 1

NaCl 在室溫時是固體，在 804°C 時融解(熔化)(melt)。	
--	--

表 2

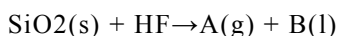
	對於 NaCl 的理由
A	Na^+ 和 Cl^- 的共價吸引導致鹽分子內兩離子之間的吸引力
B	Na^+ 和 Cl^- 的靜電吸引導致鹽分子內兩離子之間的吸引力
C	Na^+ 和 Cl^- 的靜電吸引導致鹽分子間兩離子之間的吸引力
D	電中性的鹽導致 Na 原子和 Cl 原子的共價吸引

1.3 (i) 氯和氟在週期表中是同一族的元素。當它們的氫化合物溶解在水中，一個被認為是強酸，而另一個被認為是弱酸。寫出此弱酸和強酸的化學式並分別指明它們是弱酸或強酸。(0.25 分)

(ii) 指明下列的每一敘述是對的或是錯的。

1. 氟的氫化合物之鍵解離能 (bond dissociation energy) 比氯的高。
2. 氯的電負度 (electronegativity) 比氟高。
3. 氟的氫化合物之分子間作用力比氯的氫化合物高。
4. 氟的氫化合物之沸點比氯的氫化合物高。
5. 氟的氫化合物在液態和氣態都有氫鍵結合。(1.25 分)

1.4 在南非，氫氟酸是從含磷酸鹽的岩石，特別是氟磷灰石 (fluoroapatite)，採用濕式法 (wet process) 製造磷酸時產生的副產物。揮發性副產物氟化氫 (hydrogen fluoride)，用下列未平衡的反應製成用於淨化水的有用物質：



寫出 A 和 B 的化學式和平衡的化學反應式。(0.75 分)

1.5 指出下列各個混合的溶液是否為緩衝溶液 (buffers)。(0.5 分)

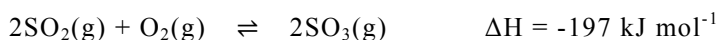
	混合的溶液	是	否
A	HCl + H ₂ SO ₄		
B	HF + H ₂ O		
C	HF + NaF		
D	HF + 過量 NaOH		
E	HCl + 過量 NaOH		

1.6 在 25°C 時，一滴的純水 (0.050 cm³) 含有少個多個 H⁺？寫出全部的計算過程。(水的密度 = 1.0 g cm⁻³)

問題 2

人造的各種無機污染物會在大氣中反應產生酸性物質。一種大家熟知的例子是燃燒碳氫化合物燃料會釋放出硫的氧化物。這些硫的氧化物之另一來源是工業上用接觸法 (Contact Process) 製造硫酸。

接觸法的第 2 個製造步驟是下列反應：



2.1 對於 (i)-(iii)，選出完成題目句子的正確敘述。

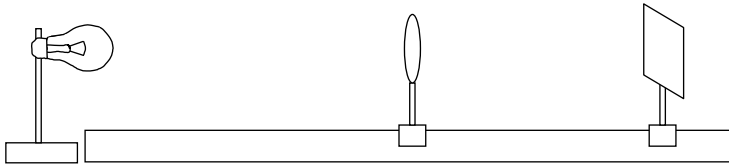
- (i) 依據勒沙特列(La Chatelier)原理，有利於正反應的條件為 (0.25 分)
- (A) 低溫和高壓
 - (B) 低溫和低壓
 - (C) 高溫和高壓
 - (D) 高溫和低壓
- (ii) 在真實的情況中，此條件不能實際應用的理由是： (0.5 分)
- (A) 在低溫反應會變慢，等待真正平衡的達成是不經濟的。在高壓有不要的副反應(side reaction)發生。
 - (B) 在高溫時反應太快以致難控制產物的生成。在低壓有不要的副反應發生。
 - (C) 在低溫反應會變慢，等待真正平衡的達成是不經濟的。在高壓時，要建造能耐此高壓的化學工廠花費太高。
 - (D) 在高溫時反應太快以致難控制產物的生成。在高壓時，要建造能耐此高壓的化學工廠花費太高。
- (iii) 在(ii)中所敘述的問題可用下列哪種方法來克服： (0.25 分)
- (A) 用強的奈米材料來建造反應容器。
 - (B) 反應在惰性氣體(inert atmosphere)中進行。
 - (C) 用超臨界流體來代替氣體反應物。
 - (D) 催化轉化(catalytic conversion)。
- 2.2 計算在 25 °C 時濃度為 0.25 mol dm^{-3} H_2SO_4 (aq)溶液的 pH 值。假設完全解離。(0.5 分)
- 2.3 將 75.0 cm^3 的 10.0 mol dm^{-3} H_2SO_4 溶液稀釋成 1.75 mol dm^{-3} H_2SO_4 溶液，最後的體積將為多少？寫出所有的計算步驟。(0.5 分)
- 2.4 完成滴定 10.0 cm^3 的 $0.138 \text{ mol dm}^{-3}$ H_2SO_4 試樣至終點(end point)，需要 $0.101 \text{ mol dm}^{-3}$ NaOH 溶液多少 cm^3 ？寫出所有的計算步驟。(0.75 分)
- 2.5 電解稀 H_2SO_4 溶液時，各個電極上發生的反應式為何？ (1.0 分)
- 2.6 一個體積為 500 dm^3 的 SO_2 從位在南非 KwaZulu-Natal Richards Bay 市的工廠釋放。假設在釋放時，在海平面的壓力為 1.20 atm ，溫度為 $31.2 \text{ }^\circ\text{C}$ 。假如此氣體裝在氣球中上升至中氣層(mesosphere)時，其高度為 51.2 km ，溫度為 $-81.2 \text{ }^\circ\text{C}$ ，而壓力為海平面壓力的 0.0122% ，計算此時這氣體試樣的密度。(1.75 分)

第三部分：物理

問題 1

一座光橋上架設了下列元件：

- 一個燈泡，其燈絲當作成像的物。
- 一個色白屏幕，其基座可移動。
- 一個匯聚透鏡，焦距為 10 cm，架在可移動的基座上。



1-1 透鏡與燈泡距離固定為 12 cm，調整屏幕直到燈絲清晰成像於屏幕。

回答下列各題，並在答案紙上適當的空格畫叉(X)：

(i) 下列哪些項目可用於描述燈絲的成像性質？(0.5 分)

實像	虛像	放大	縮小
----	----	----	----

(ii) 如果透鏡的上半部份被黑紙遮住，燈絲的成像會有什麼變化？(0.5 分)

無法成像	只能看見燈絲 成像下半部分	只能看見燈絲 成像上半部分	仍可看見燈絲 成像全部
------	------------------	------------------	----------------

(iii) 將透鏡從基座移除。燈絲的成像會有什麼變化？(0.5 分)

無法成像	可看見較大的 燈絲成像	可看見燈絲的 直立成像	可見燈絲的 較暗成像
------	----------------	----------------	---------------

1-2 移除原來的匯聚透鏡，換上另一個未知焦距的匯聚透鏡。調整透鏡與屏幕位置，直到燈絲清晰成像於屏幕。此時透鏡與屏幕距離為 30 cm。一個發散透鏡放置於匯聚透鏡的右方 16 cm 處。之後必需將屏幕再向右移動 20 cm 才能夠使燈絲清晰成像於屏幕。

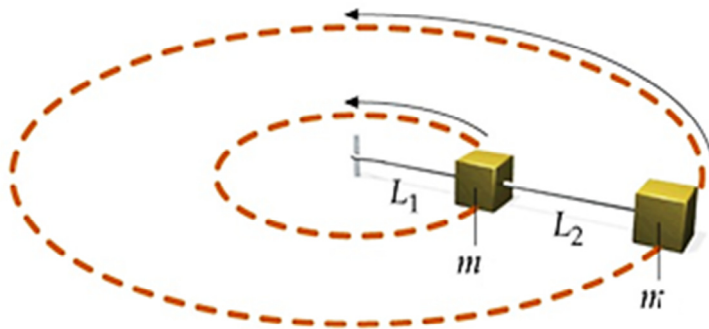
計算發散透鏡的焦距。 (2 分)

問題 2

2-1 摩天輪上一個質量為 50 kg 的乘客沿著一個半徑為 35 m 的鉛重大圓運行。摩天輪以 50 s 一圈等速率旋轉。當座椅轉到大圓底部之時，計算座椅對乘客作用力的量值。 假設重力加速度為 9.8 m s^{-2} 。 (1.5 分)



2-2 附圖顯示質量為 m 的小木塊，以長度為 L_1 的細線連接於一固定軸。木塊在無摩擦桌面上繞水平圓周等速運行。另一相同質量為 m 的小木塊，以長度為 L_2 的細線連接於第一個木塊，也繞圓周等速運行，如圖所示。



如果旋轉週期為 T ，導出細線 L_1 之張力 F_{T1} 的表達式，並以所給參數表示。(2 分)

問題 3

在一個加速器中，質子束的電流為 $600 \mu\text{A}$ ，其中每個質子的動能為 $9.6 \times 10^{-13} \text{ J}$ 。質子束截面的半徑為 1.50 mm 。質子的質量為 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，電量為 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

3-1 計算質子的速率。(1 分)

3-2 計算質子束中單位體積之內的質子數。(2 分)