

2005 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 I 和 II. (兩題滿分 20 分)

如果我們任意選定一個特定電極，規定它的電位為 0，則我們可以用它來測定其他電極的相對電位。圖 1 所示的氫電極可以作為參考電極，在 25°C 將氫氣以氣泡的方式通入鹽酸的溶液中，其中的鉑電極有兩個功能。

第一、它提供一個表面使得氫分子得以在此表面分解： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ 。

第二、它可以當作連接外電路的導體。

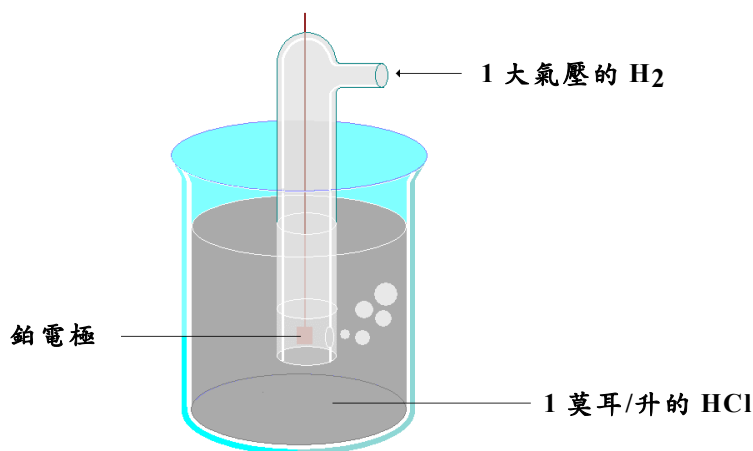
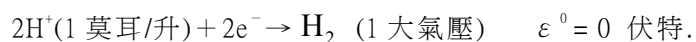


圖 1

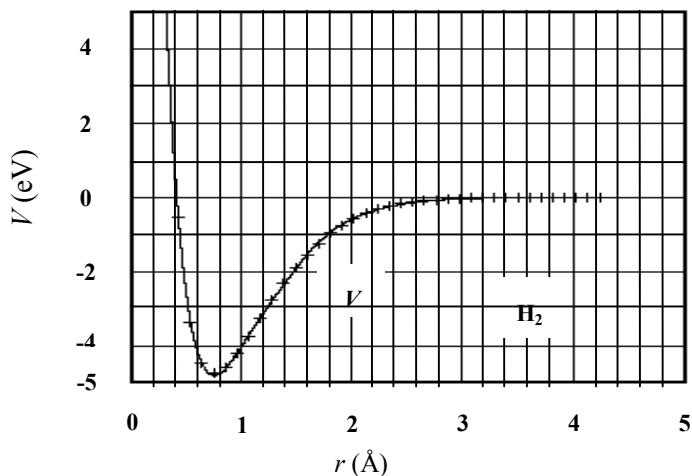
在標準狀況下(氫的壓力為 1 大氣壓，HCl 溶液的濃度為 1 莫耳/升時)，假設在 25°C 下列 H^+ 還原反應的電位恰好是 0：



因此，標準氫電極的還原電位被定義為 0，這種氫電極叫做標準氫電極(SHE)。

問題 I. 物理題 (滿分 10 分)

1. 一個體積為 8.00 mm^3 的氫氣泡，位於深度為 15.00 cm 的鉑電極附近，該處溫度為 25°C 。
氣泡上升至 HCl 溶液表面，該處溫度為 27°C 。假設氣泡溫度與週遭溶液相同，溶液的質量密度為均勻且與水相同($1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)。如果重力加速度為 9.80 m/s^2 ，而且 H_2 可視為雙原子理想氣體，計算氣泡恰好到達表面時的體積。(1 atm = 1.013×10^5 帕) (3 分)
2. 氣泡從等同於鉑電極底部的深度，上升至溶液表面，計算氣泡所受淨力的變化量。(2 分)
3. 氫分子內兩個氫原子之間的距離為 r ，束縛著兩個氫原子的等效位能 $V(r)$ 如圖 2 所示。

圖 2 氫分子(H_2)之有效位能曲線

- (a) 依圖估算氫分子內，兩個氫原子在平衡時的距離。(1 分)
- (b) 如果氫分子內兩個氫原子之間的距離稍小於平衡時的距離，兩個氫原子之間的作用力為互相排斥($\leftarrow\rightarrow$)或互相吸引($\rightarrow\leftarrow$)?
[必須以符號($\leftarrow\rightarrow$)或($\rightarrow\leftarrow$)表示] (1 分)
- (c) 如果氫分子內兩個氫原子之間的距離稍大於平衡時的距離，兩個氫原子之間的作用力為互相排斥($\leftarrow\rightarrow$)或互相吸引($\rightarrow\leftarrow$)?
[必須以符號($\leftarrow\rightarrow$)或($\rightarrow\leftarrow$)表示] (1 分)

4. 假設起初氫分子內兩個原子之間的距離等於平衡時的距離。如果氫分子吸收額外能量，則兩個氫原子之間的距離可能會縮小或增大。依據圖 2 的數據，
- (a) 氫分子必須吸收多少能量，兩個氫原子才能夠變成自由原子？ (1 分)
- (b) 如果氫分子吸收 2.8 eV 的能量，估算兩個氫原子相距最近時的距離，以及相距最遠時的距離。(1 分)

問題 II. 化學 (滿分 10 分)

(1, 2, 和 3 使用與問題 I 相同的反應過程)

1. 哪種化學鍵或哪種力作用於
- (a) 一個氫分子內的氫原子之間 (1 分)
- (b) 液態氫的氫分子之間 (1 分)
2. 必須將氫氣以氣泡的方式持續地通入氫電極的電解質溶液中，這是要滿足下列的哪一種需求 (2 分)

- A. 保持溶液中的氫氣在飽和狀態
- B. 清潔鉑電極
- C. 限制最高電極電位
- D. 減少電流損失
- E. 加速反應過程
- F. 降低費用

3. 在氧化還原反應中，還原劑放出電子而氧化劑接受電子。常用標準電極電位來測定氧化劑的強度。

表 1. 標準還原電位

半電池反應	標準電極電位，伏特
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag(s)}$	+ 0.799
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	+ 0.000
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd(s)}$	- 0.403
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn(s)}$	- 0.763

依據表 1 中所列的數據，

- (a) 寫出此四種離子當作氧化劑時的相對強度，由大到小之順序！ (1 分)
- (b) 寫出當一支鎘(Cd)棒浸入硝酸銀(AgNO_3)水溶液中時，發生的化學反應式。(2 分)

4. 空氣電池中使用空氣中的氧氣($O_{2(g)}$)當作氧化劑。代表性的還原劑是金屬，例如鋅或鋁。在鋁-空氣電池中，鋁(陽)極發生氧化反應，碳(陰)極發生還原反應，電池中循環流動的電解質溶液是氫氧化鈉溶液($NaOH_{(aq)}$)。鋁被氧化成 Al^{3+} ，但因為有高濃度的 OH^- 存在，而形成複雜的陰(負)離子， $[Al(OH)_4]^-$ 。寫出在陽極、陰極和全反應的化學反應式！(3 分)

問題 III. 生物題 (本題滿分 10 分)

1. 每種生物均具有細胞。

- 1.1 圖 2a 及 2b 所觀察的細胞，分別為表二右方的哪兩種細胞？在答案卷上的正確選項上打「×」號(0.5 分)

表二

圖 2a 圖 2b	A. 細菌
	B. 古細菌
	C. 動物細胞
	D. 植物細胞
	E. 真菌

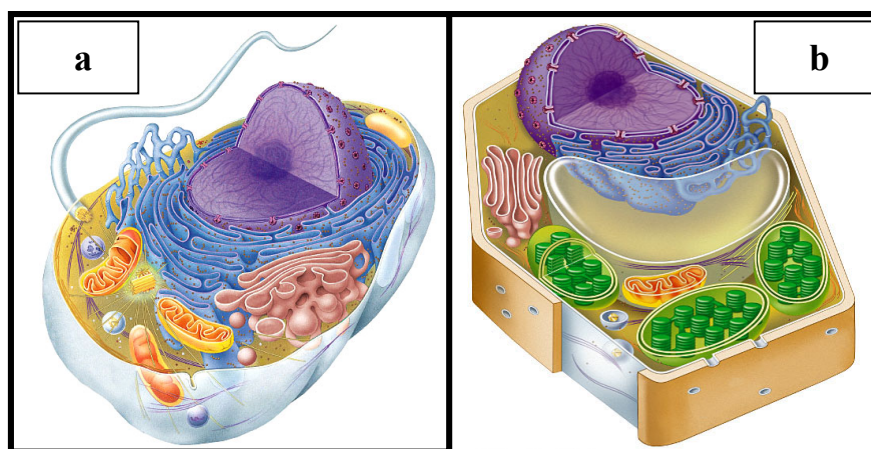


圖 2

1.2. 下列某些特徵的出現，可用以區分動物細胞及植物細胞，請將四項正確答案的英文字母代號(A~I)填入答案卷中。(1 分)

(1).....，(2).....，(3).....，(4).....。

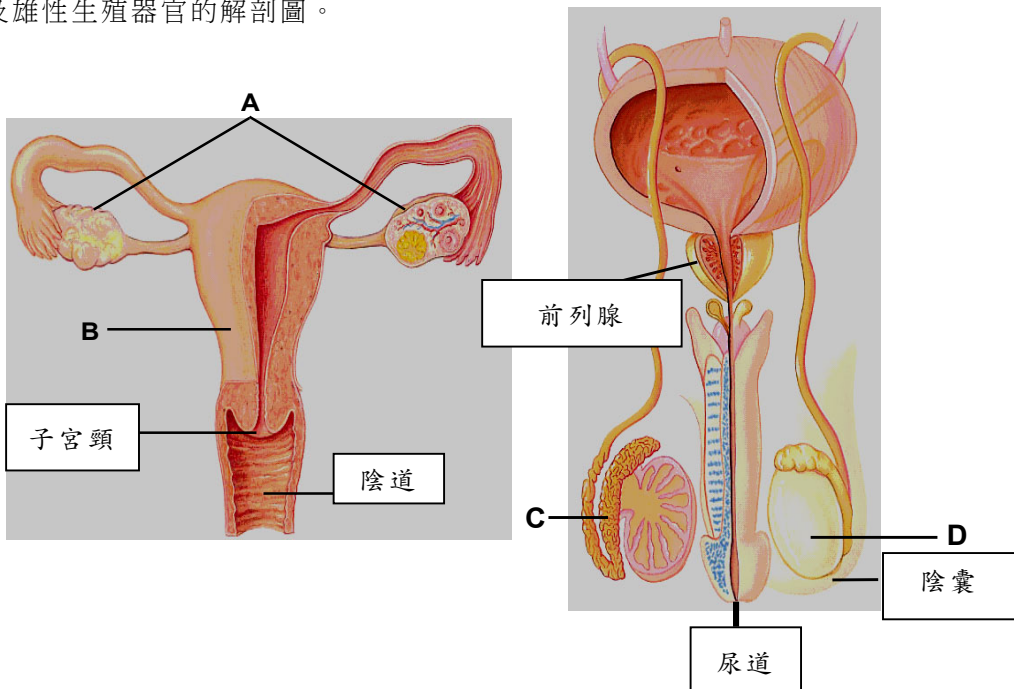
- | | |
|--------|----------|
| A. 細胞壁 | F. 中心粒 |
| B. 液泡 | G. 內質網 |
| C. 葉綠體 | H. 高爾基氏體 |
| D. 核糖體 | I. 粒腺體 |
| E. 細胞核 | |

2. 由副甲狀腺所製造的副甲狀腺素，其主要功能分別為.....及.....。(0.5 分)

- | |
|----------------|
| A. 增加血鈣濃度。 |
| B. 降低血糖濃度。 |
| C. 控制碳水化合物的代謝。 |
| D. 控制蛋白質的合成。 |
| E. 刺激肝糖分解成葡萄糖。 |

3. 包含人類在內的所有哺乳類，其雄性與雌性生殖器官的發育與年齡有關，其中某些生殖器官，分別在雌性的卵巢發育及雄性的精子生成過程中，扮演重要的角色。圖 3 為雌性及雄性生殖器官的解剖圖。

圖 3



- 3.1 請將圖 3 中標示為 A,B,C,D 的構造，與表三中右方欄位中的構造名稱進行配對。
在答案卷中填入數字代號。(1.5 分)

表三

A.....	1. 睪丸
B.	2. 卵巢
C.....	3. 輸精管
D.....	4. 副睪
	5. 輸卵管
	6. 子宮
	7. 陰唇
	8. 巴氏前庭腺

- 3.2 女性月經週期受到多種荷爾蒙的調控方可完成，請在所列的荷爾蒙(A~G)中選出參與調控者，並將英文字母代號填入答案卷的欄位中。

(1).....、(2).....與(3).....、(4).....中。(1 分)

A. 濾泡刺激素(FSH)	E. 助孕酮 (progesterone)
B. 黃體生成素(LH)	F. 下視丘(hypothalamus)
C. 雌激素(estrogen)	G. 雄性素(androgen)。
D. 睪固酮(testosterone)	

- 3.3 男性生殖系統具有多種荷爾蒙，它們各有特定的功能。請將表四中左方欄位的功能，與右方欄位中的荷爾蒙進行配對。(本題 1 分)

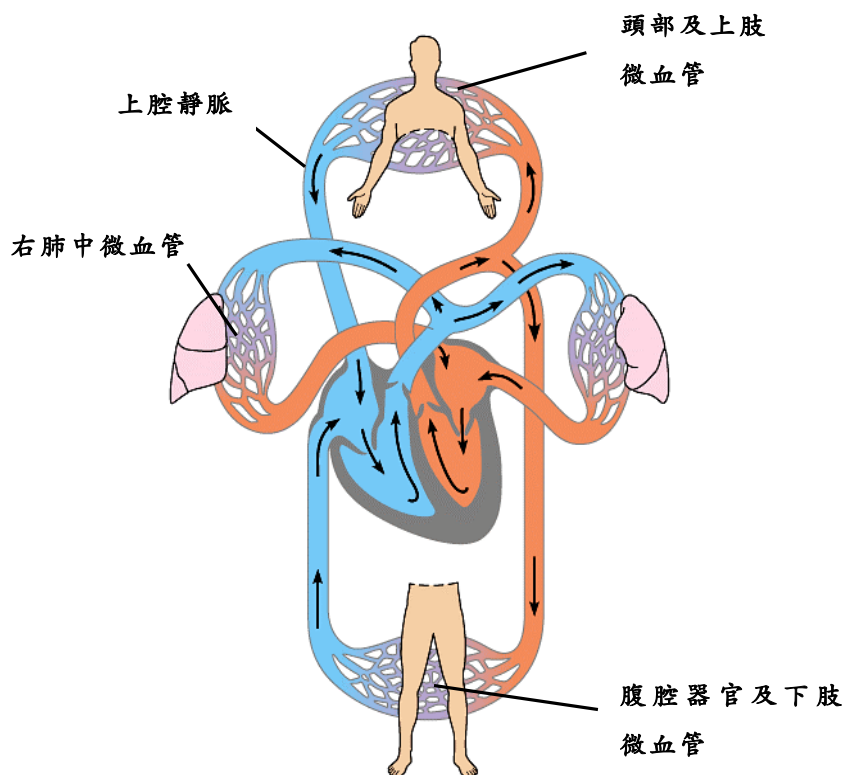
表四

1. 刺激早期的精子生成作用。	A. 濾泡刺激素 (FSH)
2. 刺激萊氏細胞，令其釋放睪固酮。	B. 睪固酮 (testosterone)
3. 刺激及維持男性第二性徵的發育。	C. 黃體生成素 (LH)
	D. 助孕酮 (progesterone)
	E. 動情素 (estrogen)

4. 哺乳類血液循環的維持，依賴心臟的解剖構造及心臟的週期性收縮。動脈、靜脈及微血管的構造差異，與它們的功能有關。圖 4 為人類及血管構造的示意圖。(2.5 分)

圖中之箭號代表血液流過心臟的流動方向。請將表五中不同構造的英文字母代號 (A~J)，填入答案卷(4.1)至(4.5)的欄位中。

圖 4



表五

A. 肺動脈	F. 右心室
B. 肺靜脈	G. 主動脈
C. 左心房	H. 靜脈
D. 右心房	I. 半月瓣
E. 左心室	J. 房室瓣

血液自(4.1).....開始，經由 (4.2).....將血液送至肺部，紅血球在肺中進行氣體交換，充氧後的血液藉由(4.3).....回到心臟，然後再自(4.4).....再經由(4.5).....進至身體各部位。

5. 禽流感為一種源自病毒感染的傳染病，禽流感病毒通常祇會感染鳥類，偶而亦會感染豬隻。禽流感病毒具有高度的物種專一性，然而在極罕見的情況下，病毒會跨越物種的屏障，造成人類的感染。

禽流感病毒共有 16 種 H 亞型(H1 ~ H16) × 9 種 N 亞型(N1 ~ N9)，它們均具有致病性，然而並非每一種禽流感病毒亞型，均會造成家禽產生嚴重的疾病。

- 5.1 已知禽流感病毒會先以低致病型感染家禽，數月後再突變成高致病型。我們人類最關心哪兩種禽流感病毒亞型的出現？

它們分別為.....(0.5 分)及.....(0.5 分)。

- 5.2 禽流感病毒是否容易自鳥類傳染人類？在答案卷上填寫正確的選項。(0.5 分)

- A. 是，特別是在養雞場附近週圍的地方極易感染人類。
- B. 是，因人類具有與雞隻或鳥類相同的病毒受體，故病毒可自雞隻或鳥類感染人類。
- C. 否，因人類缺乏與雞隻或鳥類相同的病毒受體。
- D. 否，因與受感染的雞隻或鳥類相比，受感染的人類祇佔極少的比例。

6. 有別於傳統遺傳學家，需預先區辨表現型及基因型，分子生物學家可使用 DNA 相關技術直接研究基因，DNA 指紋常用於法醫學研究及刑案的偵查。

下列的選項中，哪一項因素為 DNA 指紋可供法醫學使用的重要依據？ (0.5 分)

- A. 不同的人極少呈現完全相同長度的 DNA 片段，此技術需要使用聚合酶連鎖反應(PCR)。
- B. 不同的人均具有完全相同長度的 DNA 片段。
- C. 可藉由血型的辨識進行親緣鑑定。
- D. 在 DNA 不同部位，具有不同的限制酶切割位。
- E. 同時包括 A 至 D 各項。