

# 2010 年第七屆國際國中國科學奧林匹亞競賽

## ——選擇題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

回答第 1-2 題所需的資訊

Jimoh Bello 先生於 17 歲時，左腿受到很深的割傷，導致大量出血且無法形成血塊。正常情形下，血液自受傷組織處流出後，會聚集形成血塊，血塊能防止血液進一步流失及微生物的侵入。血液的凝固有賴於各種凝血因子的相互合作，進一步的檢查發現 Jimoh 無法凝血，此為一種只見於男性的遺傳疾病，源自於 x 染色體上某一基因的異常，屬於隱性遺傳，Jimoh 的祖母並非該異常基因的帶因者。利用上述資訊，回答第 1、2 題。

1. 上文的資訊顯示：

- I. Jimoh 的母親必定具有形成血塊的能力
  - II. Jimoh 的母親為該異常基因的帶因者
  - III. Jimoh 的父親為該異常基因的帶因者
- 以上哪一項或哪些為正確的敘述？

- (A) 只有 I
- (B) II 及 III
- (C) 只有 III
- (D) I 及 II

2. 若 Jimoh 與並非帶因者的正常女性結婚，生下一個凝血異常兒子的機率為？

- (A) 3/4
- (B) 1/2
- (C) 1/4
- (D) 0

3. 呼吸系統中的空氣體積及空氣流動速率均可被測量。以強迫方式用力吸入及呼出肺臟的最大空氣體積，稱為肺活量。正常方式吸入及呼出肺臟的空氣體積，稱為潮氣容積。殘餘容積為用力呼氣後，仍殘留於肺臟的空氣之體積，可防止肺泡塌陷。呼氣儲備容積為正常呼氣後，再用力呼氣吐出的空氣體積。

整個肺臟的空氣容積相當於：

- (A) 潮氣容積加上呼氣儲備容積
- (B) 肺活量加上呼氣儲備容積
- (C) 肺活量加上殘餘容積
- (D) 殘餘容積加上呼氣儲備容積

4. 下列有關高山居民與平地居民，兩者間比較之敘述，何者正確？

- (A) 高山居民具有較大的肺活量及胸腔體積
- (B) 高山居民具有較小的肺活量及胸腔體積
- (C) 與平地居民相比，高山居民吸入的空氣量較少
- (D) 與平地居民相比，高山居民紅血球的數量減少

5. 作為一項適應機制，沙漠生物必需傾全力保存體內的水分。腎臟可藉由生成及排出

尿液，來調節血液中的水分及鹽類濃度。  
腎臟是由近百萬個稱為腎元的構造所組成，沙漠生物具有調適過的腎元，使其能在長期缺水的情況下存活。下列敘述中，何者為針對腎元調適作用的最佳預期？

- (A) 短的集尿管
- (B) 很長的亨利氏環
- (C) 很短的遠曲小管
- (D) 大的鮑氏囊

參考下圖 1 回答 6-7 題。

細胞中幾次核分裂的不同時期，其每一個細胞的 DNA 總量如圖 1。

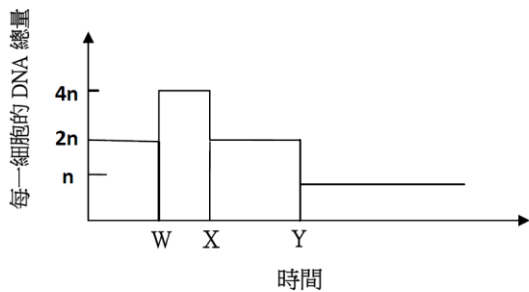


圖 1. 細胞中 DNA 含量的變化

6. 圖 1 可以表示哪一種分裂的型態？

- (A) 有絲分裂
- (B) 減數分裂
- (C) 胞質分裂
- (D) 以上皆非

7. W, X, Y 的線分別代表哪些時期？

- (A) 間期，第一末期，第二末期
- (B) 間期，前期，第二末期
- (C) 前期，間期，第二末期
- (D) 間期，後期，第一末期

8. 有關族群年齡結構的知識十分重要，由於年齡與包括人類等生物之生殖角色具有相關性，固有助於了解族群的動態變化。一種便於表示族群內年齡分佈的方法，是如附圖般，將數據安排在多邊形，或金字塔的方式呈現。圖 2 中的年齡塔何者顯示一個幾近穩定的族群？

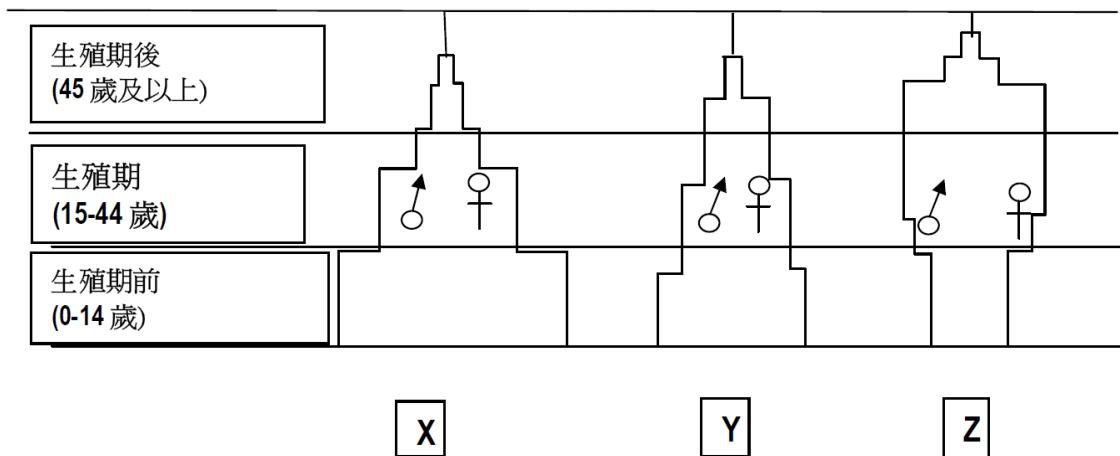


圖 2、年齡塔

- (A) X
- (B) Y
- (C) Z
- (D) 以上皆非

9. 任何生活在水中的動物，都需要有可進行呼吸以獲得氧氣的構造。例如魚類透過鰓以獲得溶於水中的氧氣。以下哪一個或哪些是水生昆蟲氧氣的來源？

- i. 大氣
- ii. 溶於水中的氧氣
- iii. 沉水植物含有氣體的氣室

- (A) iii                      (B) i, ii
- (C) i, ii, iii              (D) ii, iii

10. 種子中的胚胎要成長需要特定的環境條件，例如水分的獲得、適宜的溫度以及氧氣。有時光線是種子萌發所必須的。需要光照刺激來進行萌發的種子通常具有較小的體型，下列何者是最後的解釋？

- (A) 體型較小的種子在萌發發生前通常需要光
- (B) 在種子萌發前，體型較小的種子通常需要光照，以在種皮中的生長抑制物不活化
- (C) 體型較小的種子其食物的儲備也相對較少；種子萌發時需要光照的刺激之所以重要，是因為可以在食物耗盡前長出枝條以迅速獲得光開始進行光合作用
- (D) 體型較小的種子通常需要光以找到合適的環境來萌發

11. 膠體系統可描述為「被分散物狀態」和「分

散物狀態」，有下列可能：

- a. 液態 - 氣態
- b. 液態 - 液態
- c. 液態 - 固態
- d. 固態 - 液態

上面各系統的實際例子如下：

- I. 洗髮精
- II. 果凍
- III. 霧
- IV. 油漆

下列連結何者正確？

- (A) a - I,      b - II,      c - III,      d - IV
- (B) a - II,      b - I,      c - IV,      d - III
- (C) a - IV,      b - III,      c - II,      d - I
- (D) a - III,      b - I,      c - II,      d - IV

12. 一金屬鋅樣品在 27°C 和過量的稀鹽酸反應，可收集到 780.0 cm<sup>3</sup> 之氫氣，此時總壓力為 760 mm Hg。若水的蒸氣壓在 27°C 時為 14 mm Hg，那麼反應產生的氫氣之體積在標準狀態(STP)下應是多少毫升？(氣體在 STP 下之莫耳體積為 22.4 dm<sup>3</sup>)

- (A) 746 cm<sup>3</sup>              (B) 697 cm<sup>3</sup>
- (C) 750 cm<sup>3</sup>              (D) 300 cm<sup>3</sup>

13. 一化合物只含碳、氫和氮，其中碳佔 53.10%、氫佔 15.95%，且其分子量為 90 g/mol。則此分子之分子式為何？(C = 12 g/mol; H = 1g/mol; N = 14 g/mol)

- (A) C<sub>4</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>
- (B) C<sub>2</sub>H<sub>7</sub>N
- (C) C<sub>3</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>
- (D) C<sub>2</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>

問題 14 需使用圖 3：

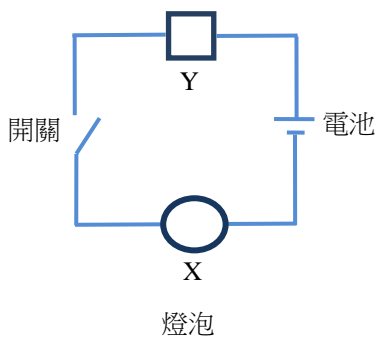
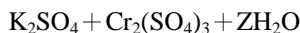


圖 3、電路圖

14. 當開關接通時，上圖中的燈泡在什麼情況下會亮？

- (A) Y 是橘子的內部
- (B) Y 是乾酪梨的皮
- (C) Y 是蒸餾水
- (D) Y 是內含 95%酒精的燒杯

15. 下列氧化還原反應中：



係數 X、Y 和 Z 依序為何：

- (A) 1, 3, 1            (B) 4, 1, 4
- (C) 3, 2, 3            (D) 2, 1, 2

16. 生物化學家發現了超過 400 種的血紅素之突變種，血紅素的主要工作是運輸氧氣到全身。一位醫生在研究致死的心臟病時，發現了一種新的血紅素之突變種。他將 21.5 mg 的變種血紅素在 5.0°C 下溶到水中，最後體積為 1.50 cm<sup>3</sup>。測量此溶液之滲透壓( $\pi$ )為 0.00475 atm，則此變種血紅素之分子量為何？(R = 0.0821 L-atm mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>；滲透壓  $\pi = CRT$ )。

- (A) 6.89 x 10<sup>4</sup> g mol<sup>-1</sup>

- (B) 7.89 x 10<sup>4</sup> g mol<sup>-1</sup>

- (C) 8.88 x 10<sup>4</sup> g mol<sup>-1</sup>

- (D) 6.47 x 10<sup>4</sup> g mol<sup>-1</sup>

17. 下表列出一些常用的酸鹼指示劑的變色範圍：

指示劑	變色範圍(pH)
甲基紫	-0.3-1.8
甲基橙	2.8-3.8
剛果紅	2.8-4.8
甲基紅	3.8-6.1
溴瑞香草藍	6.0-7.9
酚紅	6.8-8.6

已知硼酸 (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) 的 k<sub>a</sub> 是 7.3 x 10<sup>-10</sup>，那麼在 0.1 M 的 KH<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> 和 0.10 M 的 HCl 的滴定反應中，應使用那一個指示劑？

- (A) 甲基橙            (B) 剛果紅
- (C) 甲基紅            (D) 酚紅

18. 一氣體 X 在 25°C 及 1 atm 下，通過含有 Y<sup>-</sup> 和 Z<sup>-</sup> 各 1 M 之溶液。若還原電位之順序為 Z<sup>-</sup> > Y<sup>-</sup> > X，下列何者正確？

- (A) Y 可氧化 X 但不可氧化 Z
- (B) Y 可氧化 Z 但不可氧化 X
- (C) Y 可氧化 X 和 Z
- (D) Y 可還原 X 和 Z

19. 當空氣進入肺部時，會經由小小的肺泡，將氧氣帶入血液中。肺泡的平均半徑為 0.0050 cm，充滿氣體時，氧氣的莫耳數百分比為 14%。假設肺泡內的壓力為 1.0 atm、溫度為 37°C，計算一個肺泡中，氧氣分子的數目。(R = 0.08206 L-atm mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>；

$6.023 \times 10^{23}$  分子數/mol

- (A)  $1.7 \times 10^{11}$  個氧氣分子
- (B)  $1.7 \times 10^{13}$  個氧氣分子
- (C)  $1.7 \times 10^{12}$  個氧氣分子
- (D)  $1.7 \times 10^{10}$  個氧氣分子

20. 代謝是將食物逐步分解，產生能量供應生物生長所需的過程。葡萄糖代謝成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  則是這複雜反應的一個例子。此代謝是由許多反應組成，其反應熱也稱為燃燒熱。這是因為在空氣中燃燒 1 莫耳的葡萄糖，和在代謝過程中分解 1 莫耳的葡萄糖，得到的反應熱是相同的。下列何式可用來計算代謝葡萄糖時之標準反應熱：

- (A)  $\Delta H^\circ = [\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + \Delta H_f^\circ(\text{O}_2)]$
- (B)  $\Delta H^\circ = [3\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 3\Delta H_f^\circ(\text{O}_2)]$
- (C)  $\Delta H^\circ = [3\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 6\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 3\Delta H_f^\circ(\text{O}_2)]$
- (D)  $\Delta H^\circ = [6\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 6\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 6\Delta H_f^\circ(\text{O}_2)]$

21. 已知萬有引力常數為  $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ ，地球質量  $M$  為  $6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ 。一個位於某定點上空的同步人造衛星，可用以轉播阿布札的 2010 IJSO 競賽，計算同步人造衛星的速率。

- (A)  $3.08 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  (B)  $24 \text{ ms}^{-1}$
- (C)  $40 \text{ ms}^{-1}$  (D)  $3.66 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$

22. 一個雙凸透鏡表面的曲率半徑為 0.10 m 與 0.15 m。已知  $1/f = (n-1) [1/r_1 + 1/r_2]$  而透鏡玻璃折射率為 1.5。計算此雙凸透鏡的倒

焦距或焦度至兩位有效數字。

- (A) -8.3D (B) -1.7D
- (C) 1.7D (D) 8.3D

23. 督卜勒效應是討論觀察者與波源運動所觀測到的頻率差。超速偵測是利用發射微波脈衝的雷達槍。雷達槍發射的微波脈衝與汽車反射之微波脈衝頻率的差為  $(\Delta f)$ 。利用督卜勒效應，可以決定汽車速率。如果  $\Delta f$  為 2667 Hz，發射的微波頻率為  $1.0 \times 10^{10} \text{ Hz}$ ，計算汽車的速率。

- (A)  $160 \text{ ms}^{-1}$  (B)  $80 \text{ ms}^{-1}$
- (C)  $40 \text{ ms}^{-1}$  (D)  $27 \text{ ms}^{-1}$

24. 到達地球大氣層的太陽輻射之強度為  $1353 \text{ Wm}^{-2}$ 。如果 36 % 的太陽輻射被反射回太空，而 18 % 被地球大氣層吸收。輻射率為  $\sigma T^4$  其中  $\sigma$  是 Stefan-Boltzmann's 常數，而  $T$  是絕對溫度。計算地球表面孤立黑體可能的最高溫度。 ( $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ )

- (A)  $120^\circ\text{C}$  (B)  $63.9^\circ\text{C}$
- (C)  $50.7^\circ\text{C}$  (D)  $31.4^\circ\text{C}$

25. 一個質量為  $m$  的物體，靜置於一仰角為  $\theta$  的光滑斜面上，透過滑輪與一個質量為  $M$  的物體相連接(圖 4)。計算物體  $m$  沿斜面上移  $b$  的距離時的速率。

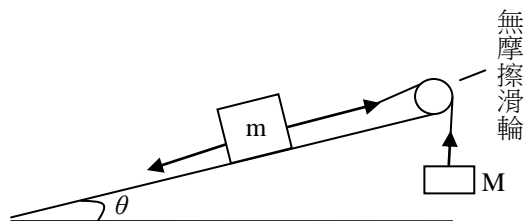


圖 4、斜面

(A)  $v = \sqrt{\frac{2gb(M-m\sin\theta)}{M+m}}$

(B)  $v = \sqrt{\frac{gb(M+m\sin\theta)}{M+m}}$

(C)  $v = \sqrt{\frac{2gb(m-m\sin\theta)}{M-m}}$

(D)  $v = \sqrt{\frac{gb(M-m\sin\theta)}{M-m}}$

26. 利用斧頭劈開木柴過程，與下列形式的能量有關：

- i. 化學(肌肉)能
- ii. 斧頭的力學位能
- iii. 木頭的化學(鍵結)能，熱能，聲能，木頭碎片的動能
- iv. 斧頭的力學動能

下列能量轉換順序，何者最為可能？

- (A) i, ii, iv, iii
- (B) i, iv, iii, ii
- (C) iv, i, ii, iii
- (D) i, ii, iii, iv

27. 一束水柱的速率為  $20\text{ms}^{-1}$ ，垂直射向牆壁。如果水不反彈，計算牆壁所受的壓力。(水的密度為  $(\rho) = 1.0 \times 10^3\text{kgm}^{-3}$ )

- (A)  $8.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- (B)  $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- (C)  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- (D)  $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$

28. 熱傳導時率正比於截面積與溫度梯度(每單位間距的溫度差)。南非世足賽的某日，室內氣溫為  $25^\circ\text{C}$ ，室外氣溫為  $-2^\circ\text{C}$ 。一玻璃窗的面積為  $2 \text{ m}^2$ ，玻璃厚度為  $2 \text{ mm}$ ，導

熱率為  $1.0 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ 。透過此玻璃窗的熱量散失率為何？

- (A) 1.2 kW
- (B) 2.7 kW
- (C) 27 kW
- (D) 50 kW

29. 兩行星 P 與 Q 的半徑之比為  $x$ ，平均密度之比為  $y$ 。行星 P 與 Q 表面的重力加速度之比為何？

- (A)  $\frac{x}{y}$
- (B)  $x^2y$
- (C)  $x + y$
- (D)  $xy$

30. 兩個點電荷， $q$  與  $Q$  如圖 5 所示。計算 X 與 Y 兩點之間的電位差。

提示： $1/4\pi\epsilon_0 = 9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ 。與點

電荷  $q$ ，距離  $R$  處的電位為  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

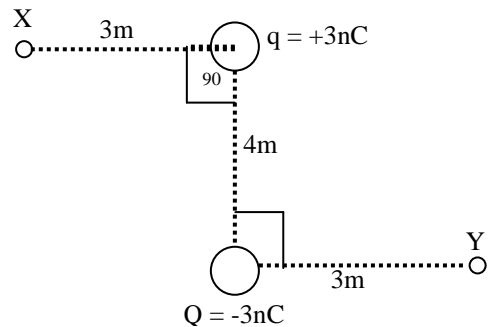


圖 5：點電荷分布

- (A) 8.4V
- (B) 7.2V
- (C) 6.0V
- (D) 0.0V