

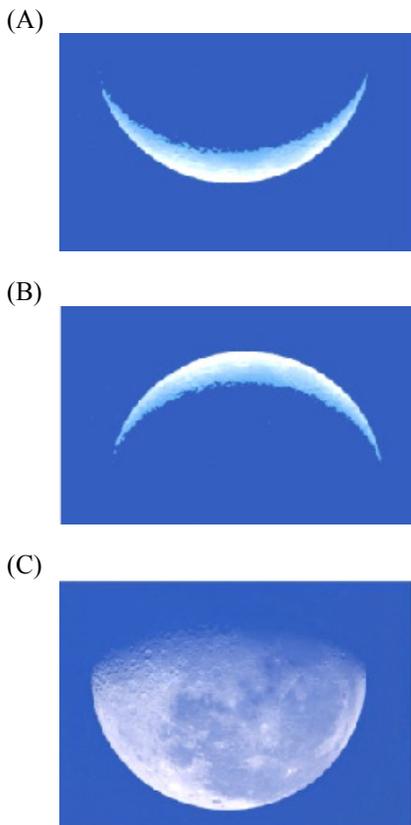
# 2013 年第十屆國際國中科學奧林匹亞競賽

## ——選擇題

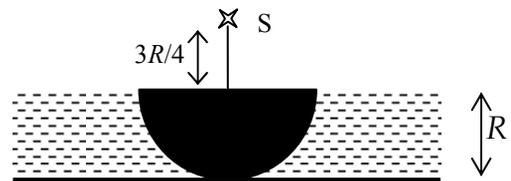
國立臺灣師範大學 科學教育中心

1. 下列哪一項的數目最大？
- (A) 在尺寸為 3 公尺×3 公尺×3 公尺的教室內所含有的空氣分子數目。
- (B) 1 公升裝滿水的瓶子內所含的水分子數目。
- (C) 你從出生至現在的呼吸總次數。
- (D) 宇宙由誕生至現在的秒數。

2. 為甚麼月球總是同一面對著地球？那是因為...

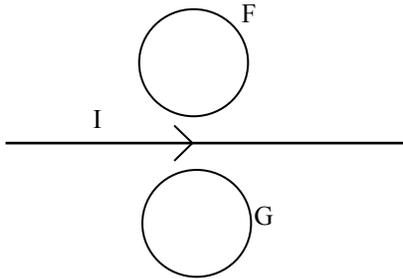


3. 一個不透明半徑為  $R$  的半球體置放在水平的平面上如下圖。



在通過接觸點的鉛垂線上，一個點光源  $S$  置放於半球體上方  $3R/4$  處。一種折射率為  $4/3$  的透明液體充滿了平面上方，使得半球體恰好被液體覆蓋。在地平面上的黑影面積為

- (A)  $49\pi R^2 / 9$
- (B)  $49\pi R^2 / 16$
- (C)  $\pi R^2$
- (D)  $4\pi R^2$
4. 兩個圓形導體線圈  $F$  與  $G$  置放在同一平面上並且在一條載流直導線的兩側如下圖。



如果導線中電流量值減小，兩線圈中的感應電流將是

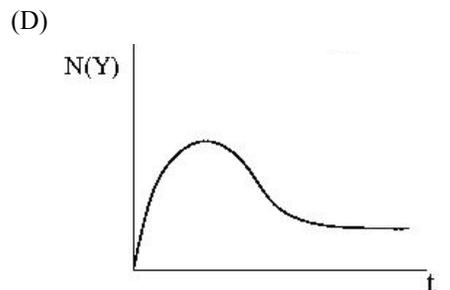
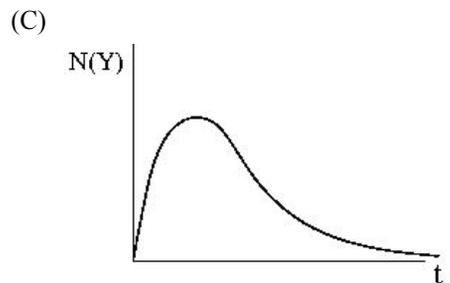
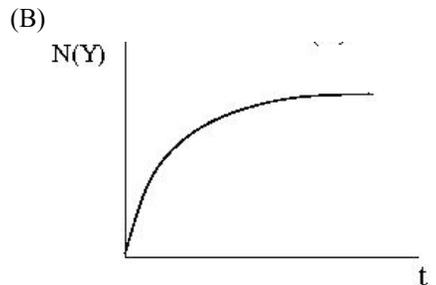
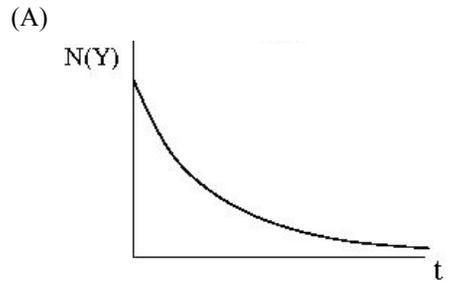
- (A) F 中為順時針且 G 中為順時針
  - (B) F 中為逆時針而 G 中為順時針
  - (C) F 中為順時針而 G 中為逆時針
  - (D) F 中為逆時針且 G 中為逆時針
5. 一莫耳真實氣體狀態方程式，可以凡得瓦爾方程式描述。其中壓力  $p$ ，體積  $V$  與絕對溫度  $T$ ，

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

其中  $a$  的量值為  $\alpha$  單位是  $\text{kg m}^5 \text{s}^{-2} \text{mol}^{-2}$ ， $b$  的量值為  $\beta$  單位是  $\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$ ，而  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$  是氣體常數。如果該氣體盛裝在一個體積為  $1 \text{ m}^3$  的剛硬容器中，該氣體可以降溫到達的最低的絕對溫度(K)為

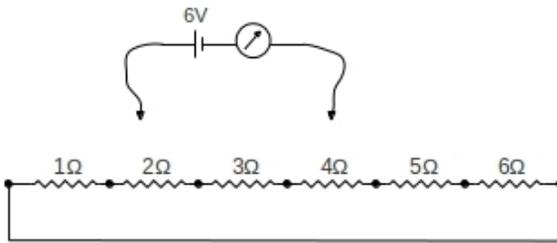
- (A)  $\alpha(1 - \beta) / 8.31$
  - (B)  $(1 - \beta) / 8.31$
  - (C)  $\alpha / 8.31$
  - (D) 零
6. 放射性元素的原子核會衰變至其他不同元素的原子核，其衰變速率與放射性元素的原子核數目成正比。若放射性的 X 元素衰變至另一放射性 Y 元素，然後再衰變為穩定的(非放射性) Z 元素。現在有一個純 X

元素的樣品，若以  $N(Y)$  表示 Y 原子核的數目，在長久時間的衰變過程中， $N(Y)$  會隨時間( $t$ )變化，下列哪一個圖可以表示其變化關係？



7. 考量六個電阻連接如下圖。注意到兩邊端點是短路的。另一電路元件包含了一個 6V 理想電池與一個理想電流計，可以跨接於

電阻之間的任意兩個不同黑點處。



通過電流計可能的最小電流值為

- (A) 0.29 A
- (B) 1.15 A
- (C) 1.17 A
- (D) 1.41 A

8. 一天早上把玩一透鏡時，麗塔發現如果她使透鏡位於正對窗戶的牆壁之前 0.120 m 處，她可以在牆上看見窗外景物的倒立清晰成像。當晚她以一張卡片遮住一亮燈，卡片上刺有一個直徑為 0.005 m 的小孔。將透鏡置放在卡片與牆之間，她可調整到牆上有一個直徑為 0.020 m 的清晰成像，卡片與牆的距離為何？

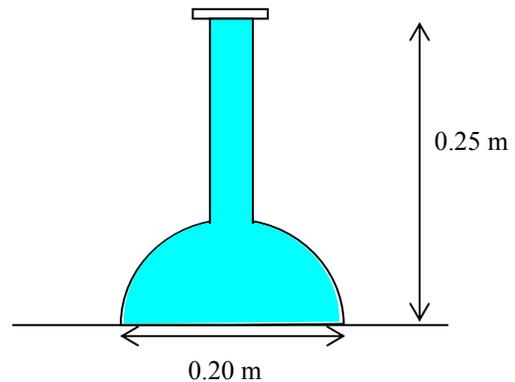
- (A) 0.450 m
- (B) 0.750 m
- (C) 0.600 m
- (D) 0.300 m

9. 等量  $0^{\circ}\text{C}$  的冰，盛放於 P、Q 與 R 三容器，置放於恆溫環境之中。每一個容器中放入相同的加熱器。容器 P、Q 與 R 的加熱器電壓依序分別為 100V、200V 與 300V。容器 Q 內的冰，需時 20 分鐘完全融化。容器 R 內的冰，需時 4 分鐘完全融化。假設任意時刻每個容器整體耗熱為均勻，下列何者

正確？

- (A) 容器 P 內的冰(約)需時 80 分鐘完全融化
- (B) 容器 P 內的冰(約)需時 100 分鐘完全融化
- (C) 容器 P 內的冰(約)需時 132 分鐘完全融化
- (D) 以所給的加熱功率，容器 P 內的冰不可能完全融化

10. 下圖中玻璃瓶的半球體底部的直徑為 0.20 m。瓶高為 0.25m。瓶中裝滿滿的 2.5 公升 (1 公升 =  $10^{-3}\text{m}^3$ ) 的水並且以玻璃蓋封住。



水施於瓶子曲面的鉛垂力之量值約為何？(取重力加速度  $g$  為  $10\text{ms}^{-2}$ ).

- (A) 0 N
- (B) 78.5 N
- (C) 53.5 N
- (D) 25.0 N

11. 某一元素的原子具有 7 個電子，在基態時，電子可填至  $1s$ 、 $2s$  和  $2p$  軌域。下列為四種不同的電子排列方式。

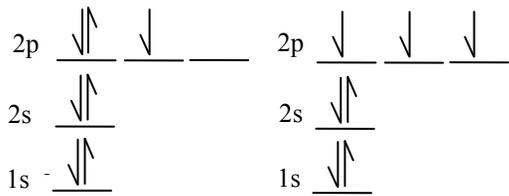


Fig 1

Fig 2

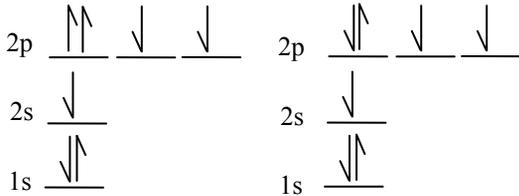


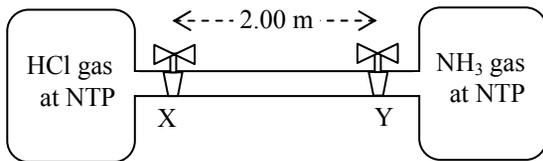
Fig 3

Fig 4

下列何者是正確的？

- (A) 圖 4 和圖 2 是正確的
- (B) 僅有圖 2 是正確的
- (C) 僅有圖 1 是正確的
- (D) 圖 3 和圖 4 是正確的

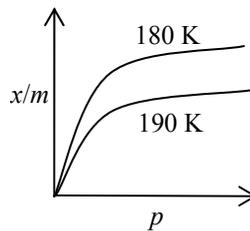
12. 一支玻璃管連接兩個氣瓶，一個氣瓶填充常溫、常壓(NTP)的 HCl 氣體，另一個氣瓶也填充了常溫、常壓(NTP)的 NH<sub>3</sub> 氣體。X 和 Y 為相距 2.00 公尺的氣體閥門。當此兩氣體閥門關閉時，可防止氣體洩漏至玻璃管內，當同時打開 X 和 Y 的氣體閥門後，首先會在玻璃管內 X 和 Y 間的某一 P 點，產生白色的煙霧，則 P 點與 X 的氣體閥門間的距離大約是多少？



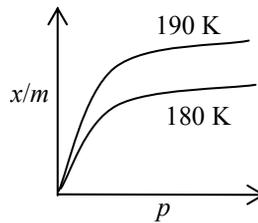
- (A) 1.00 m
- (B) 1.19 m
- (C) 0.81 m
- (D) 0.62 m

13. 在不同壓力( $p$ )下，在  $m$  克的活性碳上可以物理吸附  $x$  克的氬氣，用下列哪一個圖可以正確表示其關係？

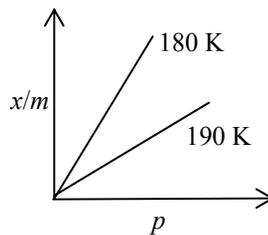
(A)



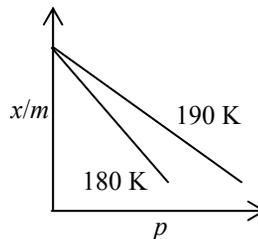
(B)



(C)

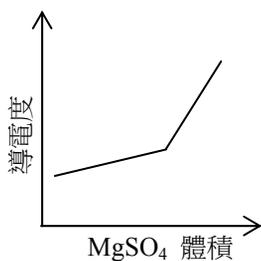


(D)

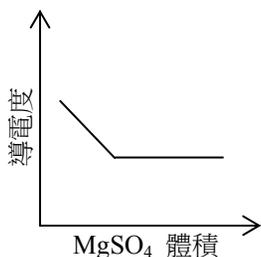


14. 在導電滴定實驗中，以 0.1 M  $\text{MgSO}_4$  溶液滴定 0.1 M  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液，在滴定過程中，持續測量其混合溶液的導電度，則混合溶液的導電度隨滴入  $\text{MgSO}_4$  溶液的體積變化，下列哪一個圖可表示其變化？

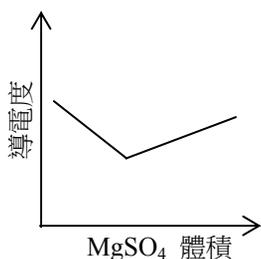
(A)



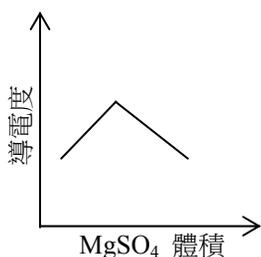
(B)



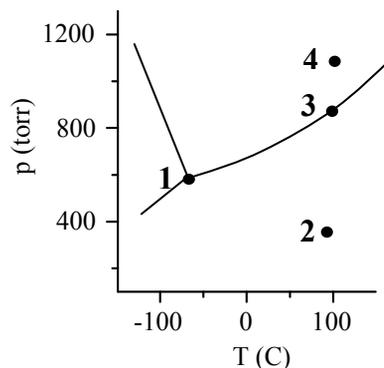
(C)



(D)



15. 物質 S 的相圖 (壓力對溫度) 如下。

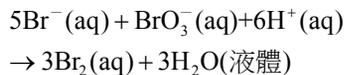


考量下列有關物質 S 的敘述：

- (i) 在點 1，固態 S 可自然轉換為氣態 S 但不可轉換為液態 S。
- (ii) 在點 2，液態 S 可與氣態 S 達成平衡。
- (iii) 在點 3，液態 S 可開始沸騰為氣態 S。
- (iv) 在點 4，S 是液態。

對於物質 S 下列何者正確？

- (A) 敘述 (ii) 與 (iv) 為正確。
  - (B) 敘述 (i) 與 (ii) 為正確。
  - (C) 敘述 (i) 與 (iii) 為正確。
  - (D) 敘述 (iii) 與 (iv) 為正確。
16. 在製藥工業中，阿司匹靈(aspirin)的化學分析包含下列反應



此分析反應中，若在某一瞬間  $\text{Br}_2$  的生成速率為 0.25 莫耳·秒<sup>-1</sup>，則  $\text{Br}^-$  的消耗速率是多少(以 莫耳·秒<sup>-1</sup> 表示)？

- (A) 0.50
- (B) 0.42
- (C) 0.15
- (D) 0.83

17. 下列各分子中化學鍵的鍵能順序何者正確？

- (A) 未電鍍的鐵管在生鏽時，水被氧化；在電鍍時，鐵當作陽極。
- (B) 未電鍍的鐵管在生鏽時，氧被還原；在電鍍時，鐵當作陰極。
- (C) 未電鍍的鐵管在生鏽時，鐵被氧化；在電鍍時，鎂被電鍍在陽極上。
- (D) 未電鍍的鐵管在生鏽時，鐵被還原；在電鍍時，鎂被電鍍在陰極上。

18. HCl(酸)和 NaOH(鹼)在水(H<sub>2</sub>O)中解離，其反應為：



而其中和反應為： $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

若以液態氨(NH<sub>3</sub>)為溶劑，NH<sub>4</sub>Cl 和 KNH<sub>2</sub> 進行類似反應，則下列哪一個敘述是正確的？

- (i) NH<sub>4</sub>Cl 當作酸；KNH<sub>2</sub> 當作鹼。
- (ii) NH<sub>4</sub>Cl 當作鹼；KNH<sub>2</sub> 當作酸。
- (iii) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>與 NH<sub>2</sub><sup>-</sup>的反應是中和反應
- (iv) K<sup>+</sup>與 Cl<sup>-</sup>的反應是中和反應

下列哪一個敘述是正確的？

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

19. 在室溫下，PbBr<sub>2</sub> 的溶度積 (K<sub>sp</sub>) 為 6.3×10<sup>-6</sup>。若將 50 毫升 0.02 M Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 與 50 毫升 0.01 M CaBr<sub>2</sub>，下列哪一個敘述是正確的？

- (A) 會產生 PbBr<sub>2</sub> 沉澱，而多餘的 Br<sup>-</sup>留在溶液中
- (B) 會產生 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 沉澱
- (C) 會產生 PbBr<sub>2</sub> 沉澱，而多餘的 Pb<sup>+</sup>留在溶液中
- (D) 無沉澱物產生

20. 考慮 NH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub> 和 AsH<sub>3</sub> 三種分子，下列哪一個敘述是不正確的？

- (A) 皆具有一對未共用的價層電子。
- (B) 皆是極性分子
- (C) 每個分子皆含有三個鍵
- (D) 皆是平面三角形的分子

21. 核酸可為雙股(ds)或單股(ss)，下表為四件核酸樣本中鹼基的組成。

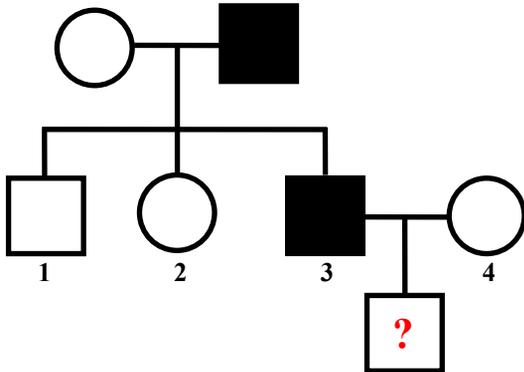
	鹼基數量(%)				
	A	T	G	C	U
樣本 1	40	40	10	10	0
樣本 2	10	40	40	10	0
樣本 3	40	0	40	10	10
樣本 4	40	0	20	10	30

根據上表資料，試推論樣本 1,2,3,4 依序分別為

- (A) 1:dsDNA, 2:ssDNA, 3:ssRNA, 4:ssRNA
- (B) 1:dsDNA, 2:ssRNA, 3:dsDNA, 4:ssDNA
- (C) 1:ssDNA, 2:dsDNA, 3:ssRNA, 4:dsRNA
- (D) 1:dsDNA, 2:ssRNA, 3:ssDNA, 4:ssDNA

22. 附圖的家族譜系圖，來自一對表親結婚所組成的家庭，其中方格代表男性，圓圈代表女性，該家庭會表現出一種罕見的與 X 染色體聯結之性狀。該家庭的子代(圖中的

個體 1,2,3)中，個體 3 會表現出該性狀，並與一位家族以外的個體 4 結婚，而個體 4 不是該性狀的帶因者。



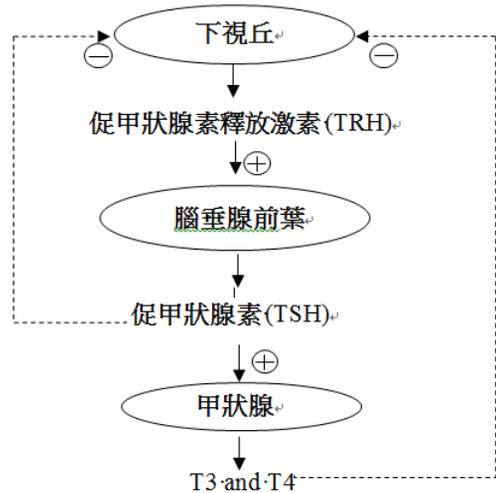
請思考下列有關該性狀的敘述：

- (i) 該性狀為隱性
- (ii) 該性狀為顯性
- (iii) 女兒(個體 2) 是帶因者的機率為 0
- (iv) 女兒(個體 2) 是帶因者的機率為 1
- (v) 個體 3 與個體 4 的兒子會表現出該性狀的機率為 0
- (vi) 個體 3 與個體 4 的兒子會表現出該性狀的機率為 0.5

以上敘述哪些正確？

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

23. 下方流程圖為調控甲狀腺素(T3 及 T4)分泌之負回饋調節過程。該項分泌對調節哺乳類動物之基礎代謝率而言十分重要，圖中”+”及”-“依序分別代表正回饋及負回饋。



研究後得知三種會導致生病的情形，分別為 (x) 腦垂腺無法製造 TSH。(y) 甲狀腺無法製造 T3 及 T4。(z) 下視丘無法分泌 TRH。將下表中 A 欄所代表的激素水平與 B 欄中的致病原因進行配對。

A 欄	
(i)	低 TRH, 低 TSH, 低 T3 與 T4
(ii)	高 TRH, 高 TSH 低 T3 與 T4
(iii)	高 TRH, 低 TSH 低 T3 與 T4

B 欄	
(x)	腦垂腺前葉無法製造 TSH
(y)	甲狀腺無法製造 T3 及 T4
(z)	下視丘無法分泌 TRH

下列何者為針對上表內容之正確配對？

- (A) (i)-(x); (ii)-(y); (iii)-(z)
- (B) (i)-(z); (ii)-(y); (iii)-(x)
- (C) (i)-(y); (ii)-(x); (iii)-(z)
- (D) (i)-(z); (ii)-(x); (iii)-(y)

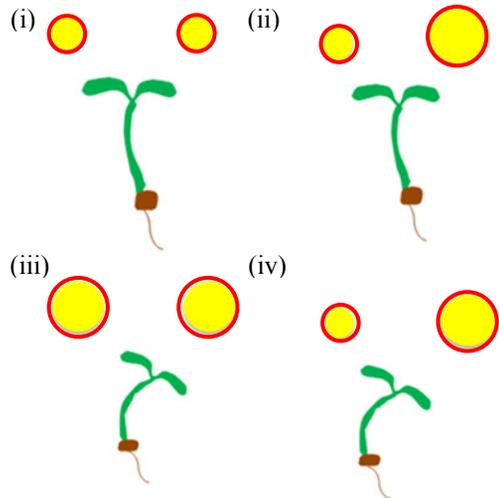
24. DNA 分子以半保留方式進行複製，每一單股均被用以合成一個新的 DNA 分子。一個 DNA 分子的兩股可利用正常的  $^{14}\text{N}$  或其同位素  $^{15}\text{N}$  進行標記。某實驗中，一個 DNA 分子的其中一股以  $^{14}\text{N}$  作標記，另一股則以  $^{15}\text{N}$  進行標記 (雜合 DNA 分子)，該雜合 DNA 分子在後續的複製過程中都在  $^{14}\text{N}$  的基質中進行。此雜合 DNA 分子在進行四次複製後，帶有  $^{15}\text{N}$  標記的雜合雙股 DNA 分子，在所有雙股 DNA 分子中，所占之比例為何？

- (A) 1/4
- (B) 1/8
- (C) 1/16
- (D) 1/32

25. 生活在乾旱地區的仙人掌，其光合作用中  $\text{CO}_2$  的同化過程發生在兩個時期，第一時期發生在晚上， $\text{CO}_2$  被吸收及固定，並以蘋果酸的形式儲存在液胞內，第二時期發生在白天，蘋果酸被移到葉綠體進行去羧基作用，釋出的  $\text{CO}_2$  被二磷酸核酮糖羧化酶(RuBP carboxylase)再一次固定，其主要的理由為：

- (A) 仙人掌的二磷酸核酮糖羧化酶作用時需要光
- (B) 仙人掌白天時氣孔關閉，所以可以提供二磷酸核酮糖羧化酶作用的  $\text{CO}_2$  很少
- (C) 仙人掌只有在蘋果酸提供的酸性 pH 值下才可以固定  $\text{CO}_2$
- (D) 仙人掌的葉綠體對  $\text{CO}_2$  是不能滲透的，對蘋果酸則是滲透的

26. 達爾文(Charles Darwin)觀察到幼苗朝光的方向生長，他稱此為向光性。在一個實驗中，兩個光源照向每一幼苗，光源用黃圈表示，如下圖。大黃圈表示其光照強度為小黃圈的兩倍。



以上哪些反應可被觀察到？

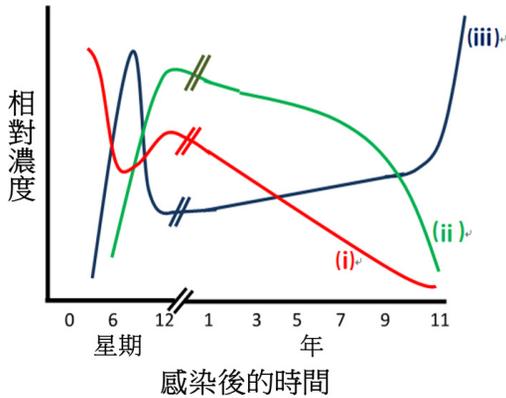
- (A) 只有 (iv)
- (B) 只有 (ii)
- (C) (i) 和 (iii)
- (D) (i) 和 (iv)

27. 在真核細胞中，粒線體以及葉綠體被認為是起源自內共生現象(endosymbiosis)，一個生物體將另一個吞入時，兩者都持續存在，並且都獲得利益。下列哪一項觀察可以支持此一學說？

- (A) 這些胞器與其他細胞隔間交換代謝產物
- (B) 這些胞器有能力可以在細胞外獨立存在
- (C) 這些胞器有其各自的遺傳物質
- (D) 這些胞器以 ATP 的型式提供細胞能量

28. 人類免疫缺陷病毒(HIV) 會導致 AIDS。HIV 會感染可促進抗體製造之 T 型淋巴

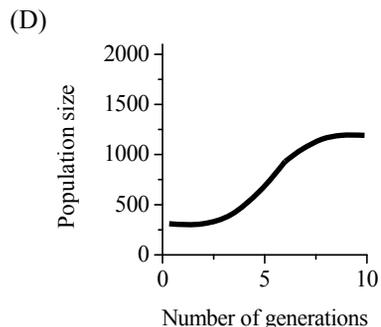
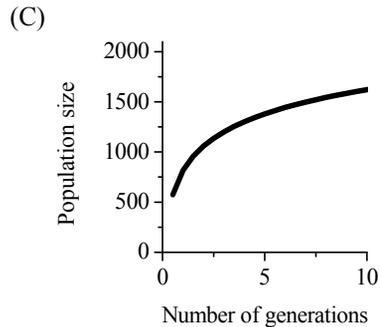
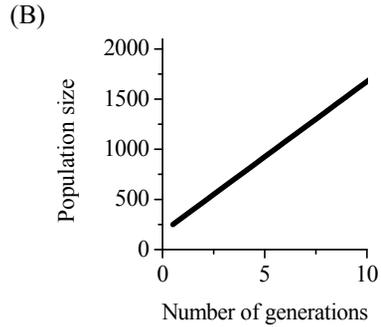
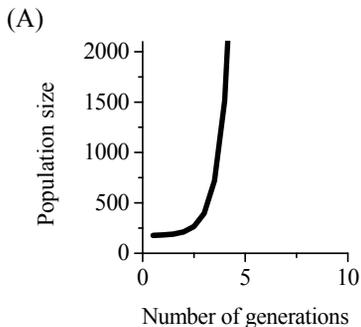
球。下圖為不同時期，未經治療之 AIDS 病患體內 HIV 濃度、T 型淋巴球細胞濃度及可對抗 HIV 抗體的濃度。



上圖中標示為(i),(ii),(iii) 的三條曲線，依序分別代表

- (A) HIV, T 型淋巴球, 抗體
- (B) T 型淋巴球, HIV, 抗體
- (C) T 型淋巴球, 抗體, HIV
- (D) 抗體, T 型淋巴球, HIV

29. 若有一個虛擬的族群，所有成員都可以獲得充分的食物，也可根據其生理潛能進行生殖，在此狀況下，下列哪一曲線最能呈現此族群的成長曲線?(population size: 族群大小，number of generations: 世代數)



30. 氨、尿素、尿酸具有毒性。蛋白質及核酸在分解時會產生含氮廢物，此含氮廢物必須被排出體外。氨的毒性最高，在水中的溶解度也最高。尿素的毒性及溶解度次於氨，尿酸則毒性最低且溶解度低。青蛙以及蝌蚪的含氮廢物應該是：

- (A) 蝌蚪為尿素、青蛙為氨
- (B) 蝌蚪為氨、青蛙為尿素
- (C) 蝌蚪及青蛙都為尿素
- (D) 蝌蚪為尿酸、青蛙為尿素