

2015 年第十二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

化學

* 部分週期表，只標示原子序及元素符號

1 H							2 He
3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr

1. 以下是中性原子 I 和 II 的一些不完整之資料

原子	I	II
質子數		7
中子數	7	<i>a</i>
電子數	7	<i>b</i>
質量數		15

下列何者正確？

- (A) $a = 7$
 - (B) $b = 8$
 - (C) 原子 I 之原子序為 14。
 - (D) 原子 I 和 II 為同一元素之同位素
2. 下列有關 Na^+ , Mg^{2+} , O^{2-} , and F^- 之離子半徑，由大到小之順序，何者正確？
- (A) $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{F}^- > \text{O}^{2-}$
 - (B) $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{O}^{2-} > \text{F}^-$
 - (C) $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$
 - (D) $\text{F}^- > \text{O}^{2-} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$

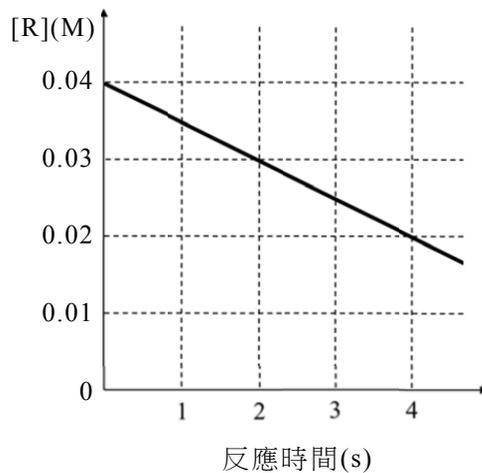
3. 下列各分子，何者之偶極矩不為零？

- (A) CO_2 (B) CCl_4 (C) C_2H_2 (D) H_2Se

4. 反應速率是化學反應中，反應物或產物隨時間所發生之濃度變化，單位是 M/s 。當反應速率又和反應物的濃度， $[\text{R}]$ ，有 n 次方之關係時，稱為 n 級反應，如下式：

$$\text{反應速率} = k[\text{R}]^n$$

其中 k 是反應速率常數。下圖為化學反應 $\text{R} \rightarrow \text{P}$ (P 為產物)，反應物濃度 $[\text{R}]$ 對反應時間所作之圖。(其中 M 是體積莫耳濃度 = moles/L)



由圖判斷，下列何者為正確之級數 n ，以及此 $\text{R} \rightarrow \text{P}$ 反應之反應速率常數 k 的單位？

- (A) 0, 1/s (B) 0, M/s (C) 1, 1/s (D) 1, M/s

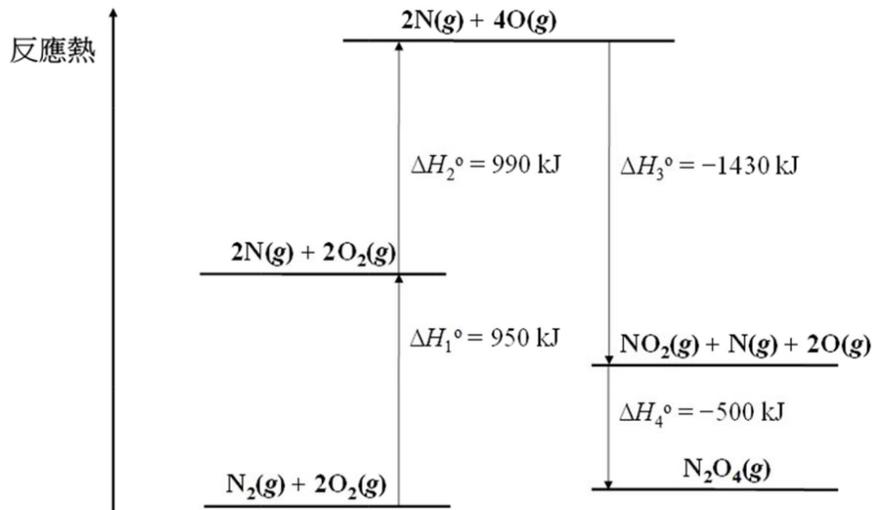
5. 某氣態之碳氫化合物 X ，其在 0°C ，1 大氣壓下的密度為 1.25 克/升 (g/L)。這個碳氫化合物中，碳所佔的質量百分比為何？(碳和氫的原子質量分別為 12.0 和 1.0 g/mol 。一莫耳氣體在 0°C ，1 大氣壓下，體積為 22.4 升)。

- (A) 75.0 % (B) 80.0 % (C) 85.7 % (D) 92.3 %

6. 鋁(Al)最穩定的離子之電子組態為何？

- (A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (B) $1s^2 2s^2 2p^6$ (C) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$ (D) $1s^2 2s^2 2p^6 3p^2$

7. 物質的標準生成熱 (ΔH_f°) 是該物質從組成元素在 1 大氣壓下最穩定的形態來反應生成的熱量變化。下圖是某含氮、氧化合物的生成熱表示圖。其中 ΔH_i° ($i=1,2,3,4$) 是相對應各箭頭之反應在 25°C 時的標準反應熱。



現計算 $\text{NO}_2(\text{g})$ 在 25°C 之生成熱 (ΔH_f°) 為何?

- (A) 10 kJ/mol (B) 510 kJ/mol (C) -460 kJ/mol (D) -1430 kJ/mol

8. 下表列出三個化合物在 25°C 時的酸解離常數 (K_a)

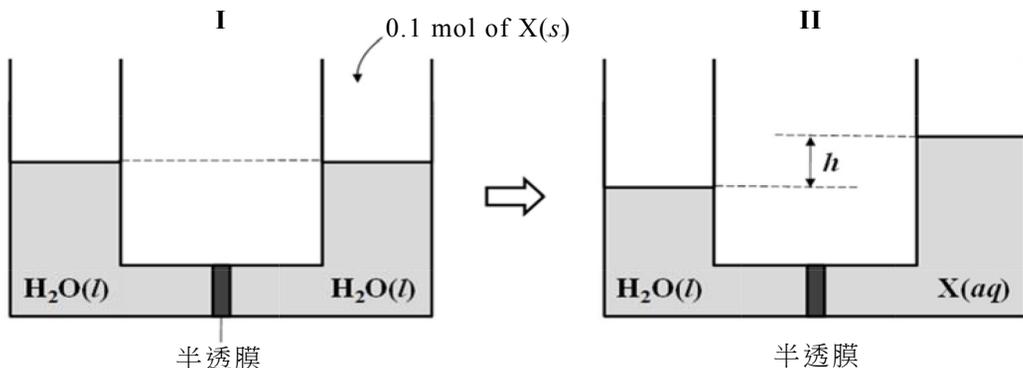
化合物	HF	CH_3COOH	HCN
K_a	6.8×10^{-4}	1.8×10^{-5}	4.9×10^{-10}

選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？假定溶液的溫度一直保持在 25°C

- ① 0.1 M $\text{HCN}(\text{aq})$ 溶液為鹼性。
 ② 0.1 M $\text{HF}(\text{aq})$ 溶液之 pH 值比 0.1 M $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 溶液之 pH 值低
 ③ 在 1.0 M HCN 溶液中之 H^+ 濃度比 0.1 M CH_3COOH 溶液更高。

- (A) ① (B) ② (C) ①, ③ (D) ②, ③

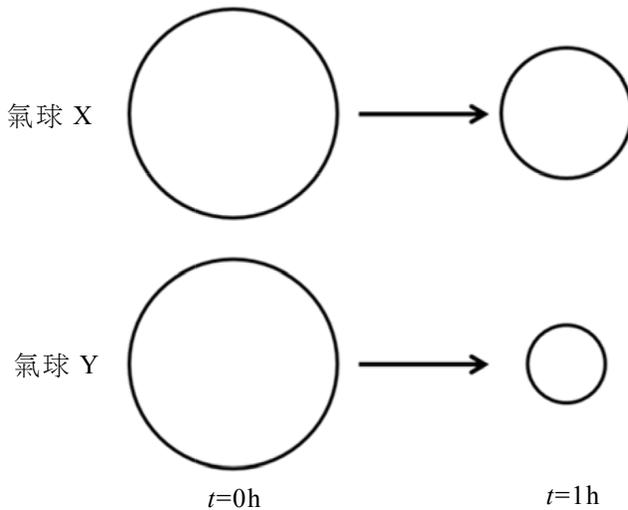
9. 底部有半透膜之 U 型管，裝水 2 L，如圖 I。0.1 莫耳的 X 完全溶解在管的右側時，X 溶液的水面會上升，如圖 II。(半透膜僅能讓水通過)。



以下 X，何者會造成水面高度差(h)第二高？

- (A) $MgSO_4$ (B) CH_3COOH (C) $CaCl_2$ (D) 糖

10. 用純氫氣(H_2)或純氖氣(Ne)充滿橡皮球 X 和 Y 到相同體積 10L。將此二球放在空氣中 1 小時後，發現氣球都變小了，但是，氣球 X 的體積現在比較大(比 Y 大)。(假設環境溫度和壓力在 $t=0$ 和 $t=1$ 小時間均保持固定。)



選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？

- ① 在 $t = 0$ 時，氣球 X 含氖氣。
- ② X 氣球的內部壓力在整個過程中都不變。
- ③ 在 $t = 1$ 小時，氣球 Y 所含的氣體為混合物。

- (A) ① (B) ② (C) ①, ③ (D) ②, ③

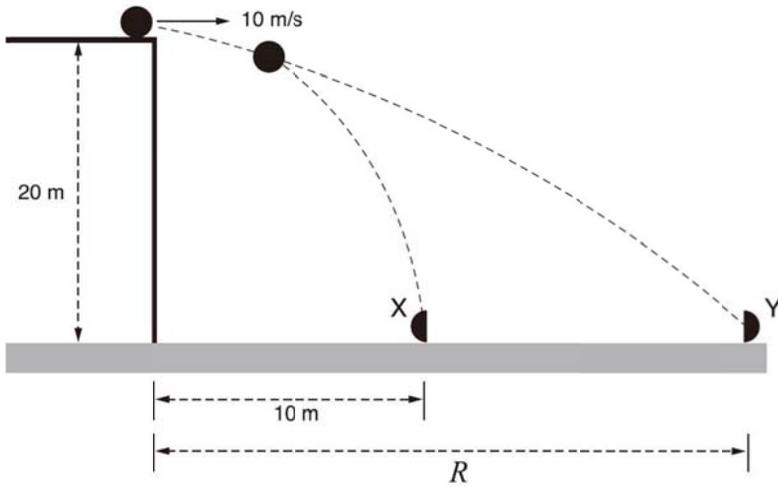
物理

11. 蝙蝠是用超聲波獵食的。蝙蝠靜止時發出的超聲波頻率為 82.5kHz。現在蝙蝠沿+x 方向追蹤一隻飛蛾，蝙蝠和飛蛾的速度分別是 9.00m/s 和 8.00m/s，蝙蝠發射超聲波並偵測來自飛蛾的反射波。已知聲速是 340 m/s。

以下何者最接近蝙蝠所偵測到的反射波頻率？

- (A) 82.7 kHz (B) 82.8 kHz (C) 82.9 kHz (D) 83.0 kHz

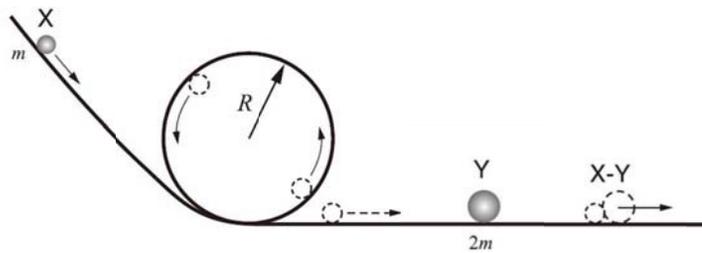
12. 質量為 1.0 kg 的球以 10 m/s 的水平速度從高度為 20 m 的大樓頂投射出去。在下墜過程中，這球裂為同樣大小的兩半 X 和 Y。隨後 X 和 Y 在同一時間分別墜落到跟大樓底部相距 10m 和 R 處。已知重力加速度是 10 m/s²。



問距離 R 是多少？（假設沒有空氣阻力。）

- (A) 20 m (B) 30 m (C) 40 m (D) 50 m

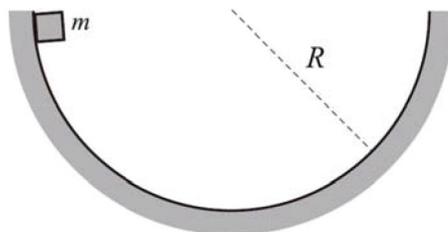
13. 如圖所示，質量為 m 的球 X 在無摩擦的軌道上運動。X 剛好可以在半徑為 R 的圓形軌道上繞一圈，之後和靜止的 Y 球碰撞，Y 球的質量是 $2m$ 。碰撞後 X 和 Y 黏在一起運動。



$\frac{K_X}{K_{XY}}$ 的值為何？(K_X 和 K_{XY} 分別是碰撞前 X 的動能，以及碰撞後 XY 的動能。)

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

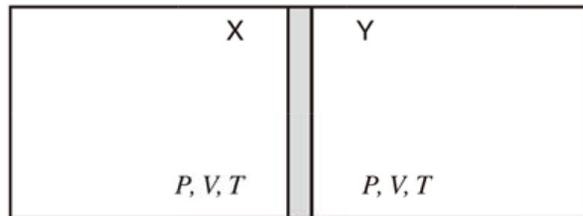
14. 正常 β 鏈蛋白質有可能發生突變，產生異常的血紅素，形成不可溶的多聚體，它們會沈澱而造成鐮刀狀的紅血球(圖 7)。



重力和正向力所作的功分別是多少？

	<u>重力所作的功</u>	<u>正向力所作的功</u>
(A)	0	0
(B)	mgR	0
(C)	0	mgR
(D)	mgR	mgR

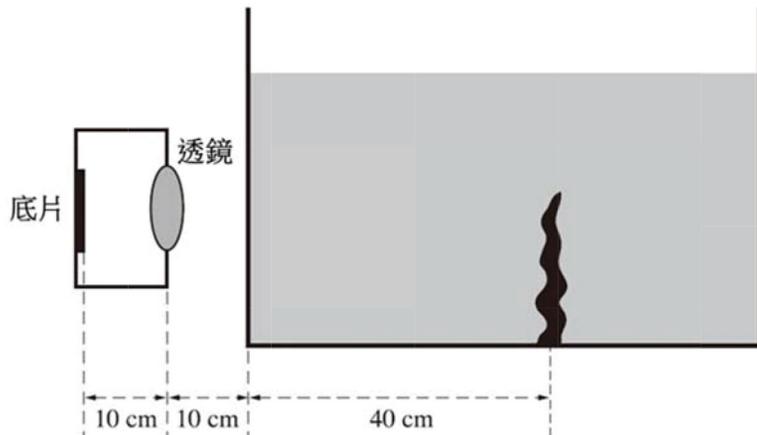
15. 一個容器以絕熱壁分隔為 X 和 Y 兩部份，分隔壁可無摩擦地自由滑動。如圖所示，X 和 Y 中原來是有相同的壓力 P 、體積 V 、和溫度 T 的理想氣體。當 X 因加熱使其溫度增至 $3T$ 後，系統重新達到平衡態，Y 的溫度始終保持 T 。



在上述加熱過程後的平衡態中，Y 的壓力為何？

- (A) P (B) $1.5P$ (C) $2P$ (D) $3P$

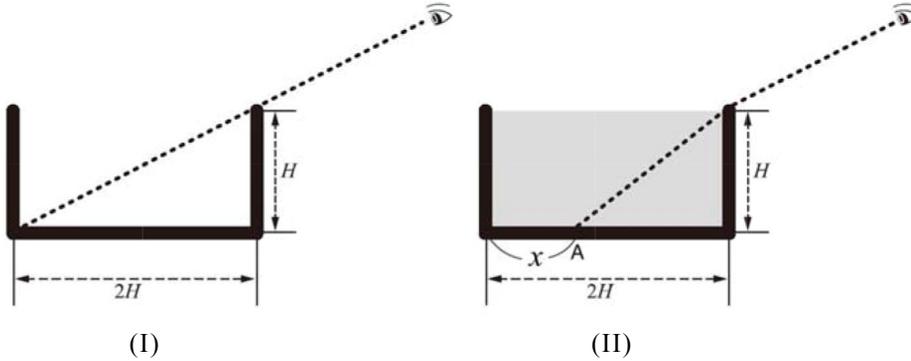
16. 某人用一個鏡頭為凸透鏡的照像機，為魚缸中的水藻拍照。魚缸中盛滿了折射率為 $\frac{4}{3}$ 的水。當照相底片、透鏡、和水藻的相對位置如圖所示時，水藻在底片上可清晰成像。



問透鏡的焦距為何？

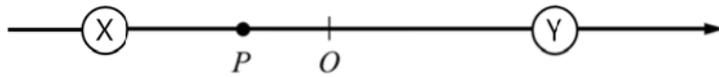
- (A) 8cm (B) $\frac{50}{6}$ cm (C) $\frac{110}{13}$ cm (D) 9cm

17. 你從容器的邊緣向內看，調整到頂部邊緣和對邊底部在同一視線(I)。已知容器的高度為 H 、寬度為 $2H$ 。當你保持在同一觀察位置時，你的朋友以折射率為 n 的透明液體把容器盛滿。這時你看到處於位置 A 的硬幣(II)。

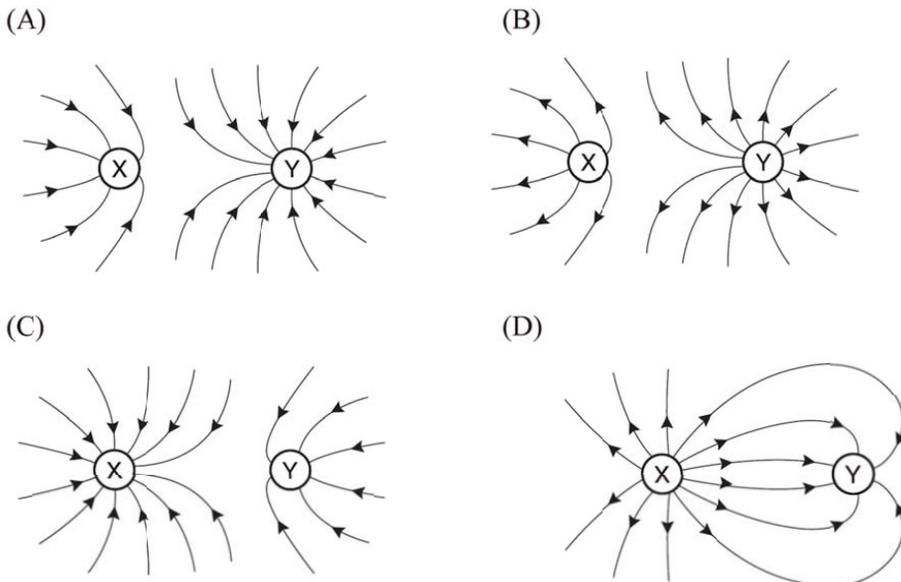


問硬幣跟容器邊緣的距離 x 為何？

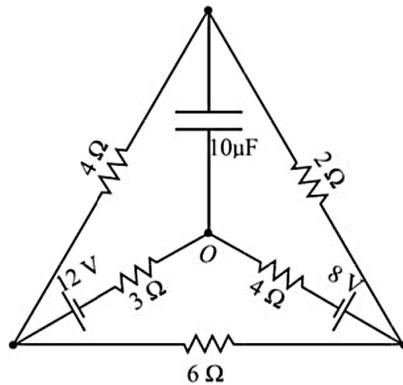
- (A) $H(1 - \frac{1}{\sqrt{3n^2 - 1}})$ (B) $2H(1 - \frac{1}{\sqrt{3n^2 - 1}})$
 (C) $H(1 - \frac{1}{\sqrt{5n^2 - 4}})$ (D) $2H(1 - \frac{1}{\sqrt{5n^2 - 4}})$
18. 如圖所示，兩個點電荷 X 和 Y 固定於跟原點 O 等距的兩端。已知 X 的電荷為正。當某個負電荷被置於 P 處，它不會移動。



以下哪個圖可正確表示出負電荷置於 P 點之前的電場線圖？



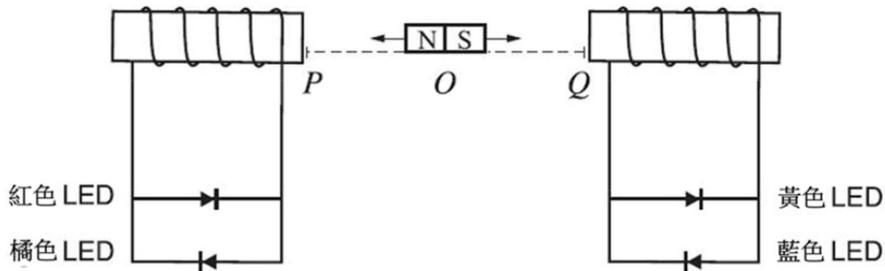
19. 如圖所示為一含兩個電池、五個電阻、以及一個電容器的電路。



經過足夠長的時間後，流過 3Ω 電阻之電流為何？

- (A) 0.1A (B) 0.2A (C) 0.4A (D) 0.8A

20. 下圖所示的是各含螺線管和 LED (發光二極體) 的兩個電路。左邊電路的 LED 的顏色是紅和橘，而右電路的顏色則是黃和藍。以 $\rightarrow|$ 所示的 LED 當電流從左向右流時會發光，而以 $| \leftarrow$ 所示的 LED 當電流從右向左流時會發光。磁鐵在線圈間按 $O \rightarrow P \rightarrow O \rightarrow Q \rightarrow O$ 的順序左右移動。假設當磁鐵在 O 和 P 間運動時，只有左邊線圈中有感應電流；而當磁鐵在 O 和 Q 間運動時，只有右邊線圈中有感應電流。



當磁鐵按 $O \rightarrow P \rightarrow O \rightarrow Q \rightarrow O$ 的順序移動時，各 LED 的發光順序為何？

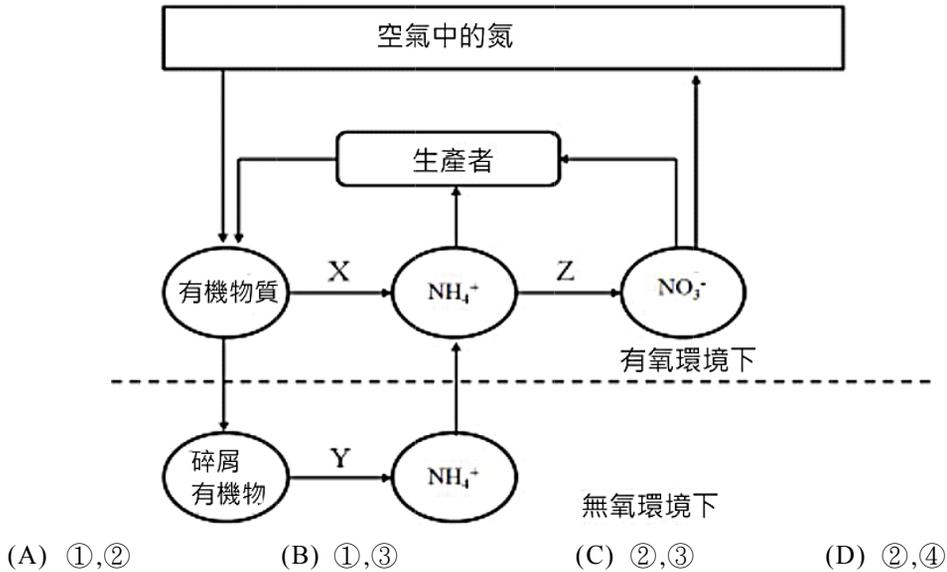
- (A) 紅-橘-黃-藍 (B) 橘-紅-藍-黃 (C) 紅-橘-藍-黃 (D) 橘-紅-黃-藍

生物

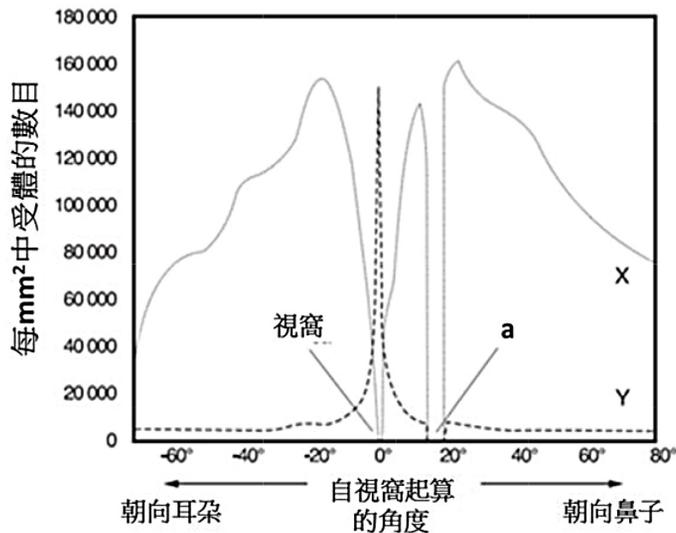
21. 氮循環的反應與過程是複雜的。下列敘述是氮循環的某些部份。

選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？

- ① 人體與植物體可將大氣中的氮固定形成含氮有機物。
- ② X 與 Y 是經由細菌的分解過程。
- ③ Z 是經由細菌的脫氮作用亦即反硝化作用。
- ④ 植物藉由吸收 NH_4^+ 和 NO_3^- ，參與了這些離子轉化成含氮有機分子的過程。



22. 下圖顯示視覺細胞 X(實線)及 Y(虛線)在視網膜中的分布情形。



選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？

- ① X 通常位於視網膜的中央。
- ② X 對光線的敏感度少於 Y。
- ③ “a”是盲點所在的位置。
- ④ $\frac{\text{X的數量}}{\text{Y的數量}}$ 在夜行性動物(夜間行動)中較日行性動物(白天活動)要高得多。

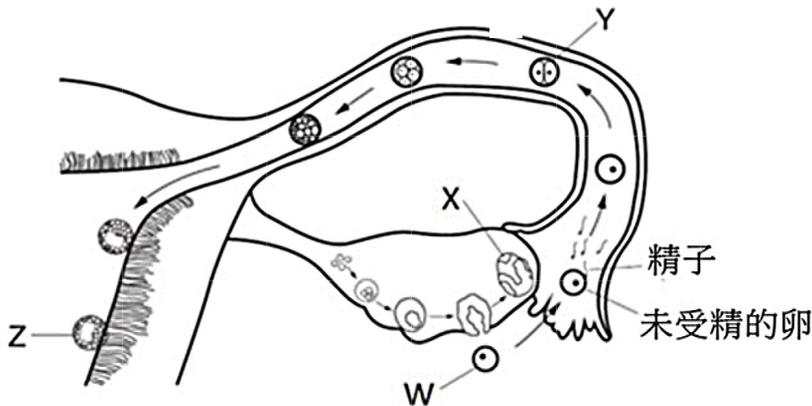
- (A) ①,② (B) ①,③ (C) ②,③ (D) ③,④

23. DNA 是由雙股組成(I 和 II)，其中一股可以在轉錄作用時做為製作 mRNA 的模板。考量有一具有 1000 個鹼基對的 DNA 片段，其鹼基的比例(A+T):(G+C)為 1:4。下表呈現股 I 和股 II 的鹼基組成，以及利用其中一股所合成 mRNA 的鹼基組成。

		鹼基組成 (數量)					總數
		G	A	T	C	U	
DNA 股	I			150			1000
	II				500		1000
mRNA					(X)	150	1000

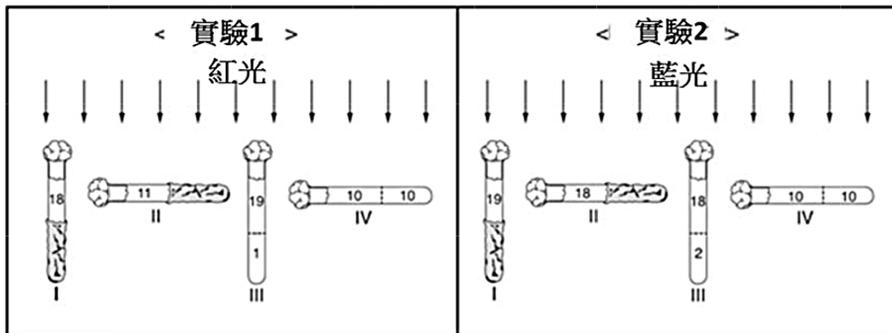
下列敘述何者**錯誤**？

- (A) X 的數值為 350
 (B) 股 I 中 A+G 的數值是 550
 (C) 股 II 被當作合成 mRNA 的模板
 (D) 在此片段中，A、T 之間的氫鍵總數為 400
24. 下圖顯示人類生殖系統中，卵子生成及受精卵早期的發育過程。



下列敘述何者**錯誤**？

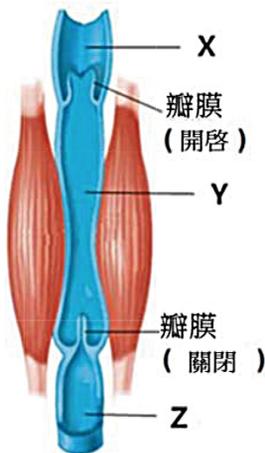
- (A) W 中附著了三個極體。
 (B) X 可產生助孕酮。
 (C) 在 Y 中每一個細胞的染色體數均為 46。
 (D) Z 正處於囊胚期。
25. 密封的試管中 I-IV 各有 20 隻果蠅，其中 I 和 II 試管用鋁箔紙部分遮蔽以避免照光，試管 III 和 IV 則不遮蔽。試管中的數字代表實驗 1 和 2 果蠅在暴露於紅光與藍光後之分布狀況。



下列與本實驗相關之敘述，何者**錯誤**？

- (A) 本實驗室在測試果蠅對紅光、藍光以及重力之反應。
- (B) 試管 II 和 IV 是作為光線變化的控制組
- (C) 實驗 1 呈現果蠅對重力而非對紅光有反應。
- (D) 從實驗 1 和 2 中，可以得到果蠅對藍光有反應，而對紅光無反應之結論。

26. 下圖顯示正常人體腿部中一條靜脈血管及其周圍肌肉。



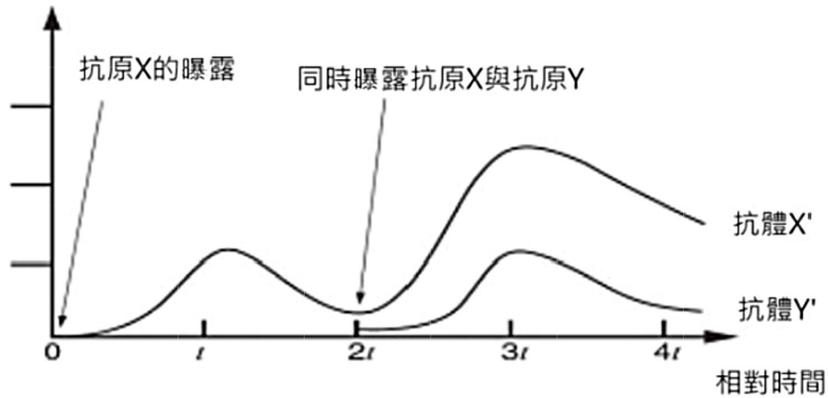
選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？

- ① 在該狀況下，Y 處的血壓較 X 處為高。
- ② 當肌肉放鬆時，血液自 X 流向 Y。
- ③ 當肌肉收縮時，血液自 Y 流向 Z。

- (A) ①
- (B) ②
- (C) ①,③
- (D) ②,③

27. 下圖顯示，當動物曝露於抗原 X 及抗原 Y 後，不同時間點中，血液內抗體 X' 及抗體 Y' 的相對濃度變化。該動物先前未曾接觸過抗原 X 及抗原 Y。

抗體在血液中的相對濃度

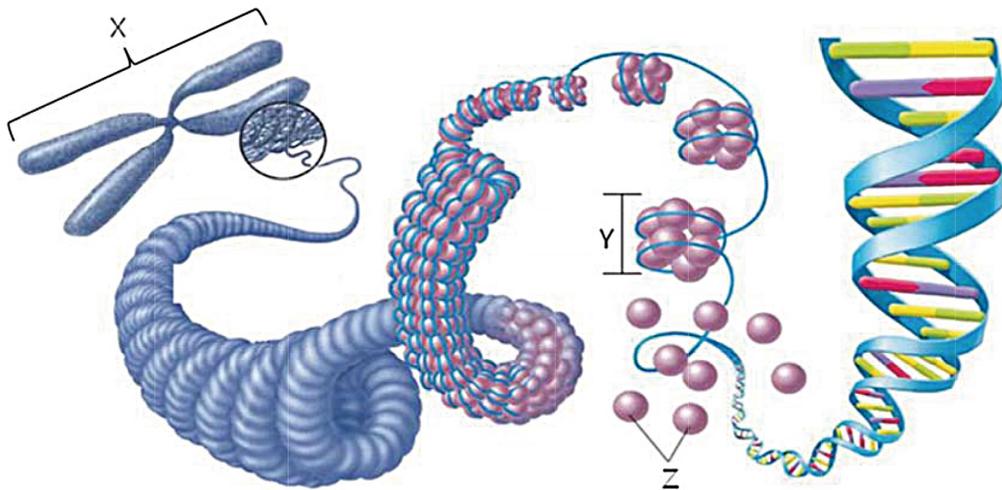


選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？

- ① 無抗原 X 時，抗體 Y' 不會在 $2t \sim 3t$ 間產生。
- ② 抗體 Y' 在 $2t \sim 3t$ 的迅速增加，是由於記憶細胞攻擊抗原 Y。
- ③ 抗體 X' 在 $2t \sim 3t$ 間製造量的增加，是源自抗體 X' 及抗體 Y' 的共同作用。

- (A) ① (B) ② (C) ①,② (D) ②,③

28. 下圖為染色體的結構及其濃縮狀態



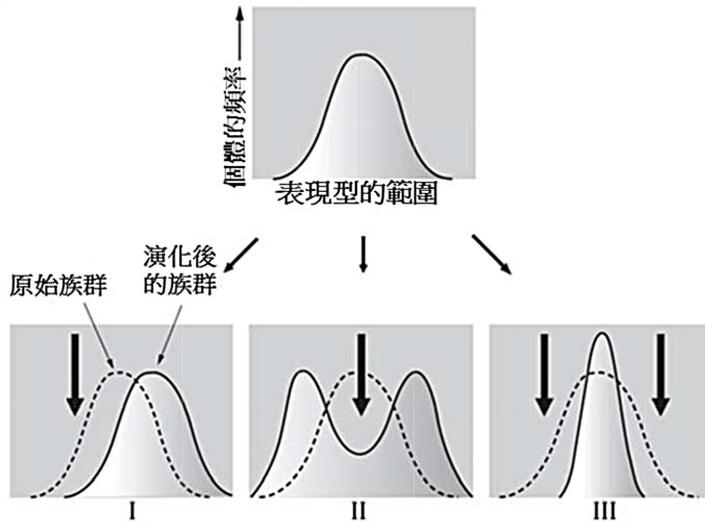
選項 A 至 D 中，何者包含下欄內所有正確的敘述？

- ① X 可在細胞週期中的中期被觀察到
- ② Y 是核小體
- ③ 細菌具有 Z

- (A) ① (B) ② (C) ①,② (D) ②,③

29. 下欄中說明天擇的三個實例，附圖則呈現天擇的三個型態

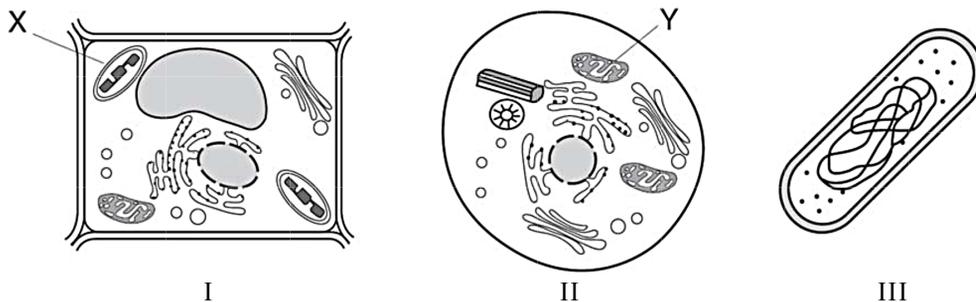
- ① 胡椒蛾的得名，來自於其翅膀有胡椒樣的色彩。可能是亮色或者暗色，只有極少數的個體色彩界與兩者之間。
- ② 典型的知更鳥一次下 4 個蛋，下更多蛋可能造成小鳥營養不良，而下較少蛋則可能導致沒有小鳥可以養活。
- ③ 因為短長頸鹿族群無法攝取高處樹葉來吃，結果頸部長度的分布趨向於長頸。



圖形與解釋的配對，何者正確？

- (A) I-① (B) II-② (C) II-①and② (D) III-①and③

30. 下圖顯示三種不同生物(I, II, III)，他們體內典型的細胞構造。



下列敘述何者正確？

- (A) I 中的 X 常見於藍細菌體內。
 (B) I 及 II 均可觀察到細胞壁。
 (C) III 中的細胞核被核膜所包埋。
 (D) X 及 Y 中均可找到遺傳物質。

(完)