

2019 年第十六屆國際國中科學奧林匹亞競賽 -- 選擇題測驗試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

時間：4 小時

分數：30 分

一般資訊

Constant	
Acceleration due to gravity 重力加速度	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Universal gas constant 理想氣體常數	$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
	$R = 0.08206 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$
Refractive index of air 空氣折射率	$n = 1$
Avogadro's constant 亞弗加厥常數	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Speed of light 光速	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Planck's constant 普朗克常數	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Specific heat capacity of water 水的比熱	$c_w = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$

IUPAC Periodic Table of the Elements

The table displays the periodic table with atomic numbers, symbols, and names for elements 1 through 118. It includes the lanthanide and actinide series at the bottom. A key defines the symbols and names used in the table.



57 La lanthanum	58 Ce cerium	59 Pr praseodymium	60 Nd neodymium	61 Pm promethium	62 Sm samarium	63 Eu europium	64 Gd gadolinium	65 Tb terbium	66 Dy dysprosium	67 Ho holmium	68 Er erbium	69 Tm thulium	70 Yb ytterbium	71 Lu lutetium
89 Ac actinium	90 Th thorium	91 Pa protactinium	92 U uranium	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

Q 1 :在卡達狩獵旅行期間，汽車由靜止開始向東行駛。如果作用在汽車上的淨力與 (t^2) 成正比， (t) 表示時間，則汽車的動能與什麼成正比？

- A. t^2
- B. t^3
- C. t^4
- D. t^6



Q 2 :將直徑為 d 的圓盤形軟木塞放在水中。將迴紋針加到軟木的頂部。再用食用油代替水，重複此實驗。下列何者表示在兩種情況下，軟木完全浸入液體前可添加的迴紋針最大數量的關係式？（“ n ”是指迴紋針的數量，“ ρ ”是指密度，“ w ”是指水，“ o ”是指油，“ c ”是指軟木塞）？

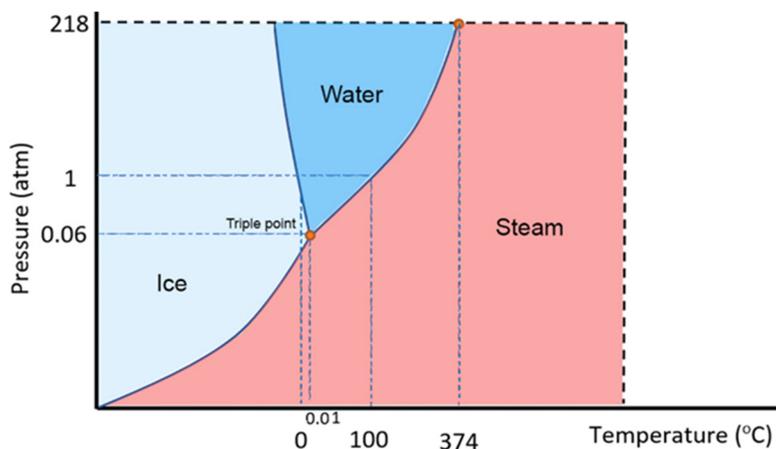
- A. $\frac{n_w}{n_o} = \frac{h_w(\rho_o - \rho_c)}{h_c(\rho_c - \rho_w)}$
- B. $\frac{n_w}{n_o} = \frac{(\rho_o - \rho_c)}{(\rho_c - \rho_w)}$
- C. $\frac{n_w}{n_o} = \frac{(\rho_w - \rho_c)}{(\rho_o - \rho_c)}$
- D. $\frac{n_w}{n_o} = \frac{h_o(\rho_o - \rho_c)}{h_w(\rho_c - \rho_w)}$

Q 3 :一個裝有可行光合作用綠藻的燒瓶和另一個不含藻類的控制組燒瓶同時被放在同一個光源下，光照開啟12小時，接著黑暗12小時。在每一個12小時周期結束時，監測兩燒瓶中的氧氣濃度，含有藻類的燒瓶與控制組的燒瓶相比，其燒瓶中溶氧相對濃度為何？

含有藻類燒瓶中的氧氣將會...

- A. 始終較高
- B. 始終較低
- C. 照光時較高，但在黑暗時則一樣
- D. 照光時較高，但在黑暗時則較低

Q 4 : 地球上的所有生命都需要水，水在我們的生態系統中以三種狀態循環：固體、液體和氣體。在封閉容器中的三個相與溫度和壓力的關係，通常以下面的相圖來表達：



請問下列敘述哪些正確？

- i. 分隔任何兩個區域的粗線表示水的兩相在平衡時可共存
- ii. 壓力降低時，熔點降低，沸點提高
- iii. 在溫度 0.01°C 和壓力 0.06 atm ，冰、液態水、水蒸汽可以平衡共存。
- iv. 在 100°C 時，水的蒸氣壓比海平面上的大氣壓高。

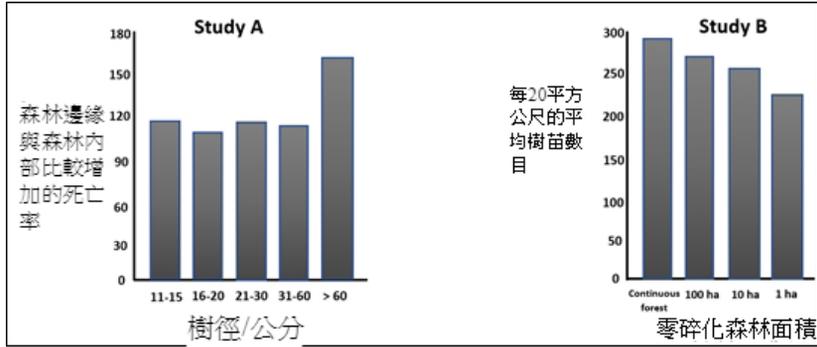
- A. i and ii only
- B. i and iii only
- C. iii and iv only
- D. ii and iv only

Q 5 : 根據下列尚未平衡的反應方程式，欲產生12個水分子需要多少 H_2 分子？假設第一個反應100%產率。



- A. 18 個分子
- B. 12 個分子
- C. 24 個分子
- D. 4 個分子

Q 6:下圖呈現森林零碎化對樹木的影響。在研究A中，估算在森林內部以及零碎化森林邊緣區，不同大小樹木其死亡或瀕臨死亡的數量比例。不同大小的樹木，在森林邊緣區與森林內部相比較，邊緣區樹木死亡或瀕臨死亡的數量比例增加。在研究B中，量測一個連續的森林以及零碎化森林面積為100公頃(ha)、10公頃(ha)、1公頃(ha)新萌發的樹苗數量(1公頃為10,000平方公尺)，其結果如下圖。



根據以上研究，考量下列敘述：

- 森林邊緣區的條件較適合樹木的存活
- 在森林內部，樹徑較寬的樹木有較高的存活數量
- 森林內部的樹木存活較佳可能是由於對風的傷害較不敏感
- 森林邊緣的樹木存活較佳可能是由於對風的傷害較不敏感
- 100公頃大小的森林樹苗的密度比1公頃大小的森林樹苗的密度幾乎增加25%
- 森林邊緣區的條件對樹苗是較合適的

上列敘述哪些近乎正確？

- ii, iii and iv
- i, iii and iv
- ii, iii and vi
- ii, iii and v

Q 7:小鼠的黑毛色(B)相對於棕毛色(b)為顯性，而長尾(T)相對於短尾(t)為顯性，則(BbTt x BBtt) 交配產生的子代中，以分數表示為黑毛色短尾者的期待值。

- 1/16
- 3/16
- 3/8
- 1/2

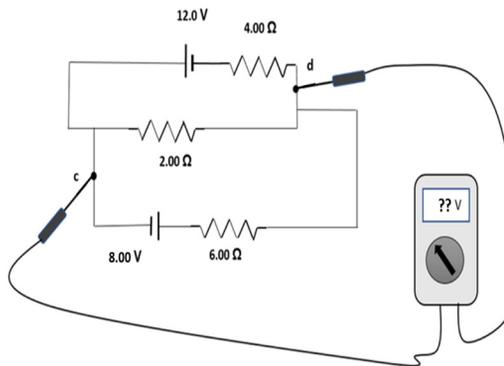
Q 8 :你的血液透過多種血管及腔室，在體循環及肺循環間相互流動。與心臟相連的血管及構造列示如下，則何者是血液從體循環流入的正確順序？

- (1) 右心房(2) 左心房(3) 右心室(4) 左心室(5) 大靜脈(6) 主動脈(7) 肺動脈
(8) 肺靜脈

- A. 1, 7, 3, 8, 2, 4, 6, 5
B. 1, 2, 7, 8, 3, 4, 6, 5
C. 5, 1, 3, 8, 7, 4, 2, 6
D. 5, 1, 3, 7, 8, 2, 4, 6

Q 9 :物理實驗中，老師欲測試學生連接電路的能力，要求他們建立如圖所示的電路。每個學生都有3個電阻（ 2.00Ω ， 4.00Ω 和 6.00Ω ）和2個理想電池（ 8.00 V 和 12.0 V ）。

老師後來想評量學生的工作，但是沒有足夠的時間檢查每個電路的連接。因此決定使用電壓表來測量學生電路的c點和d點之間的電壓。如果連接正確，電壓表讀數是多少？

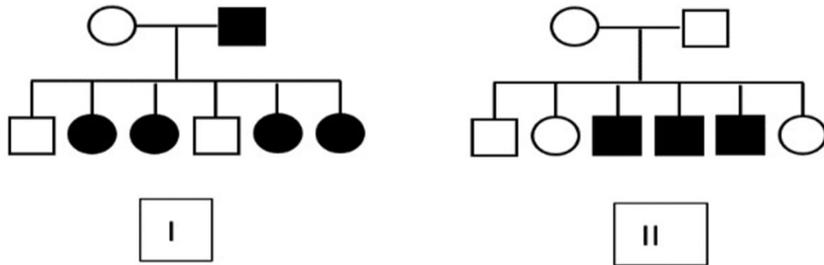


- A. 1.36 V
B. 1.82 V
C. 3.00 V
D. 4.80 V

Q 10 :下列何者為體內呼吸過程中，二氧化碳的正確流向？

- A. 由於組織細胞的二氧化碳分壓較高，因此二氧化碳自組織細胞流入血液
B. 由於肺的二氧化碳分壓較高，因此二氧化碳自血液流入肺
C. 由於血液的二氧化碳分壓較高，因此二氧化碳自組織細胞流入血液
D. 由於組織細胞的二氧化碳分壓較高，因此二氧化碳自血液流入組織細胞

Q 11 : 考量下列譜系圖，決定(I)(II)的遺傳型式？



- A. (I)是X染色體顯性性聯遺傳，(II)是X染色體隱性性聯遺傳
- B. (I) 是X染色體隱性性聯遺傳，(II) 是X染色體顯性性聯遺傳
- C. 兩者都是Y染色體性聯遺傳
- D. 兩者都是X染色體顯性性聯遺傳

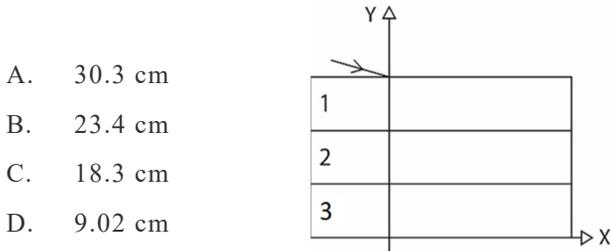
Q 12 : 依據下表，下列哪個量子數的組合，不可能是在基態銀離子中之某一電子狀態？

n	l	m_l	m_s

- A. 1 0 0 1/2
- B. 3 2 -1 -1/2
- C. 5 0 0 1/2
- D. 4 2 2 -1/2

Q 13 : 一束光線由空氣中入射1, 2, 3 三層透明材料，其不同且彼此堆疊在一起，如圖示。

每層的厚度皆為10.0 cm。各層的折射率分別為： $n_1=2.40$, $n_2= 2.00$, $n_3= 1.50$ 。如果光束的入射角是 75.0° ，求出射光線從X軸離開時與垂直標記Y軸的橫向距離。



- A. 30.3 cm
- B. 23.4 cm
- C. 18.3 cm
- D. 9.02 cm

Q 14 :攝影技術是科技的神奇禮物之一，為我們的生活增添了不少樂趣。在傳統的膠片攝影中，氯化學在提供感光化合物氯化銀（AgCl）中扮演著重要的角色。

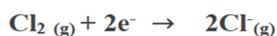
AgCl(s) 的生成焓可由下式求出：



請依下表資料以回答以下問題：

Process	$\Delta H^{\circ}_{\text{rxn}}$ (kJ/mol)
$\text{Ag(s)} \rightarrow \text{Ag(g)}$	P
$\text{Ag(g)} \rightarrow \text{Ag}^{+}(\text{g}) + \text{e}^{-}$	Q
$\text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$	R
$\text{Cl}(\text{g}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cl}^{-}(\text{g})$	S
$\text{Ag}^{+}(\text{g}) + \text{Cl}^{-}(\text{g}) \rightarrow \text{AgCl(s)}$	T

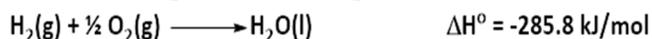
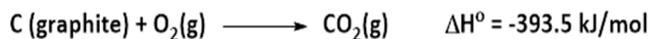
下列哪一個式子等於以下反應的 $\Delta H^{\circ}_{\text{rxn}}$ ？



- A. R + S
- B. R - S
- C. R + 2S
- D. $\frac{R}{2} - S$

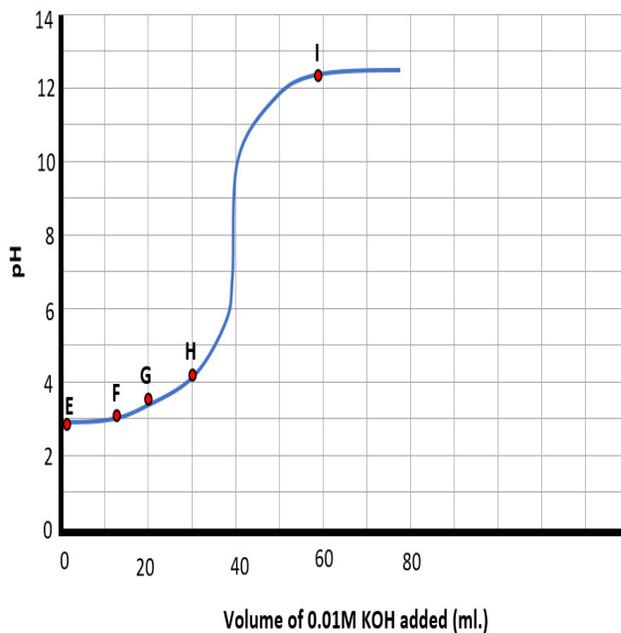
Q 15 :卡達燃料添加劑公司（QAFAC）生產的石化產品之一是甲醇（CH₃OH）。在石油化學工業中，甲醇被用作製造各種溶劑的原料。它是一種潔淨能源，也是我們使用的日常用品的原料，例如粘合劑，塑料，LCD螢幕，家具，地毯，甲醇燃料電池以及製藥業。

液態甲醇的燃燒焓為 $\Delta H^{\circ} = -726.4 \text{ kJ/mol}$ 。請利用液態甲醇的燃燒反應以及以下資料來計算生成甲醇（CH₃OH）的標準焓。



- A. -1691.5 kJ/mol
- B. -238.7 kJ/mol
- C. 296.4 kJ/mol
- D. 47.1 kJ/mol

Q 16: 以 0.01 M KOH 溶液滴定 60.0 mL 未知莫耳濃度的單質子酸 HA。滴定的 pH 與鹼體積的關係，如下所示：



下列哪種物質在“F”點處的濃度最高，並且在滴定曲線的哪一點處， $[A^-]$ 大約接近 $[HA]$ 的兩倍，請依序正確地填寫下表？

在“F”點處	$[A^-] = 2 [HA]$

- A. HA , H
- B. A^- , G
- C. HA , F
- D. A^- , E

Q 17 :在海灣地區和整個中東地區，阿拉伯咖啡或“ Qahwah”是一種非常重要的飲料。它指的是一種煮過的咖啡豆，其中包含小荳蔻和藏紅花等香料。喝Qahwah通常不加糖。Finjan是一個小巧的杯子（通常為25 mL體積），傳統上用於飲用這種阿拉伯咖啡。

在慶祝和聚會期間，會為客人提供數次Finjan半滿的阿拉伯咖啡。平均每杯Finjan含有約4.10 mg咖啡因， $C_8H_{10}N_4O_2$ 。

請問在半滿的Finjan杯中有幾個咖啡因分子？

- A. 3.07×10^{24} 分子
- B. 2.52×10^{19} 分子
- C. 1.27×10^{19} 分子
- D. 6.36×10^{18} 分子



Arabic Coffee pot and Finjan cup)

Q 18 :伊斯蘭藝術博物館是卡達最重要的文化成就之一。它的許多藏品之一是與17世紀印度 **Mughal** 時期有關的金色珐瑯獵鷹雕像。它的重量為152克，由金和銅合金製成。假設將其加熱至 96.72°C ，然後放入 20.00°C 、13.40 g水中，達到熱平衡後的水溫為 46.97°C 。假設沒有熱量散失，金色珐瑯獵鷹中銅的質量百分比是多少？

(金的比熱 = $0.129 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$ ，銅的比熱 = $0.389 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$ ，水的比熱 = $4.184 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$)

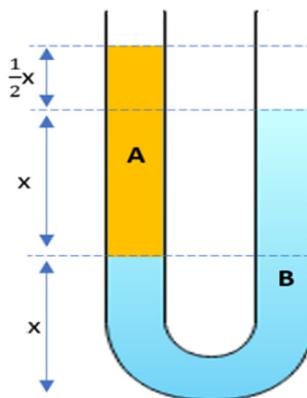
- A. 27.3%
- B. 35.3%
- C. 53.8%
- D. 72.7%



<http://www.mia.org.qa/en/visitin>

Q 19 :在一個開口的U形管中有A和B兩種液體處於平衡狀態如圖示（兩種液體不混合），兩種液體的密度比(ρ_A/ρ_B)是多少？

- A. 1/2
- B. 2/3
- C. 3/4
- D. 2/1



Q 20 :在含有0.7147 M NH_3 和0.2073 M NH_4Cl 的溶液中，可溶解 Mg^{2+} 離子的最大濃度是多少？($\text{Mg}(\text{OH})_2$ $K_{sp} = 1.2 \times 10^{-11}$; NH_3 $K_b = 1.77 \times 10^{-5}$)

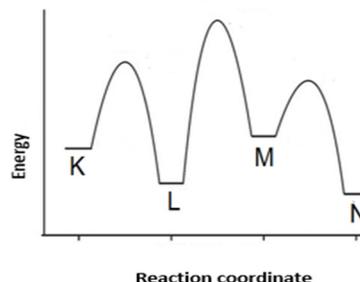
- A. 1.9×10^{-7} M
- B. 3.2×10^{-3} M
- C. 1.3×10^{-3} M
- D. 6.4×10^{-6} M

Q 21 :氮循環是物質循環以及維持生態系功能的重要過程。固氮細菌為此過程的重要部分，是因為它們：

- A. 將蛋白質分解成氨
- B. 將大氣的氮轉成硝酸
- C. 將大氣的氮轉成氨
- D. 將硝酸轉變成 N_2 ，再釋放到大氣中

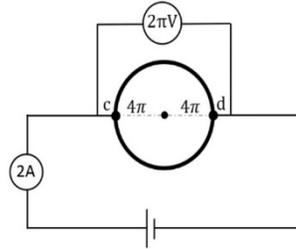
Q 22 :根據能量圖，已知反應從左到右，以下哪些化學過程都是放熱的？

- A. $\text{K} \rightarrow \text{L}$; $\text{M} \rightarrow \text{N}$; $\text{K} \rightarrow \text{M}$; $\text{L} \rightarrow \text{M}$
- B. $\text{L} \rightarrow \text{M}$; $\text{L} \rightarrow \text{N}$; $\text{K} \rightarrow \text{L}$; $\text{K} \rightarrow \text{M}$
- C. $\text{K} \rightarrow \text{L}$; $\text{M} \rightarrow \text{N}$; $\text{K} \rightarrow \text{N}$; $\text{L} \rightarrow \text{N}$
- D. $\text{K} \rightarrow \text{M}$; $\text{L} \rightarrow \text{M}$; $\text{K} \rightarrow \text{N}$; $\text{M} \rightarrow \text{N}$



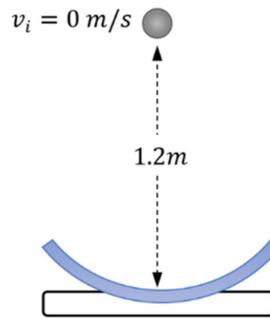
Q 23 :將直徑為 πmm 的金屬線製成半徑為 $4\pi cm$ 的圓環，並將其連接到電路。圖中顯示了(c, d)端之間的電位差和電路中通過的電流。估計電線的電導率是多少？取 π 為3.14。

- A. $1.01 \times 10^3 \Omega^{-1} m^{-1}$
- B. $2.03 \times 10^3 \Omega^{-1} m^{-1}$
- C. $4.06 \times 10^3 \Omega^{-1} m^{-1}$
- D. $8.11 \times 10^3 \Omega^{-1} m^{-1}$



Q 24 :如圖所示，將焦距 $f=0.50 m$ 的凹面鏡放置在基座上。質量 m 的球從高度 $1.2 m$ 沿主軸垂直撞上鏡子。如果在每次與鏡子碰撞後，球會失去16%的能量，那麼當球在第二次碰撞後達到最大高度時，球與鏡子形成的像之間的距離是多少？假設下落的球不會破壞鏡子。

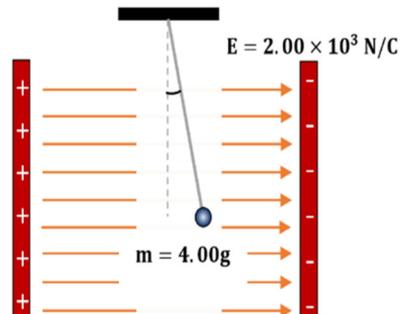
- A. 0.37m
- B. 0.55m
- C. 0.66m
- D. 0.75m



Q 25 :如圖所示，在均勻電場中，由一長 $20.0 cm$ 的弦懸掛著一個 $4.00 g$ 帶電 $+3.00 \mu C$ 的小塑料球。

如果當弦與垂直線成角度 θ 時球處於平衡狀態，則 θ 等於零的位置與平衡位置之間的線性位移為何？

- A. 1.80 cm
- B. 2.02 cm
- C. 3.03 cm
- D. 4.20 cm



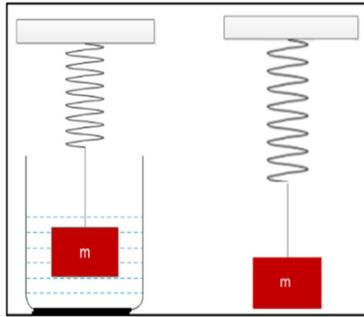
Q 26：將一塊密度為 2700 kg/m^3 的立方塊連接到彈簧常數 k 的彈簧上。如圖所示，將立方塊浸入密度為 1000 kg/m^3 的水中。計算當立方塊在水中與空氣中時彈簧的伸長量之比。

A. $\frac{5}{9}$

B. $\frac{17}{27}$

C. $\frac{19}{33}$

D. $\frac{233}{457}$



Q 27：某科學家在溫室中種植玉米，目的是要獲得大量生產她關切他的溫室由於強光導致過熱。她尋找使用有色透光的塑膠薄板為其溫室遮蔭，她應該選用哪一種顏色的薄板，來降低光照總能量同時仍能維持最大的植物生長？

A. 綠

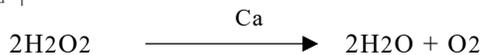
B. 藍

C. 橘

D. 所有顏色都可以選

Q 28：一組學生進行了探討過氧化氫酶(Catalase)酵素活性的實驗，他們在一試管中加入 1cm^3 的過氧化氫，接著加入 1cm^3 的過氧化氫酶溶液，所產生的氧氣氣泡使得試管內容物升起形成泡沫，學生們測量泡沫的最高高度，並將數據記錄於下方表一中。根據表一的數據，學生們歸納出如下的結論。

反應式如下：



表一：泡沫高度與溫度對照表

Temperature °C	Height of foam (cm)			
	Test 1	Test 2	Test 3	Mean
20	3.3	0.2	3.1	2.2
30	5.0	5.2	5.3	5.1
40	3.9	4.3	4.2	4.1
50	2.2	2.1	1.9	2.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0

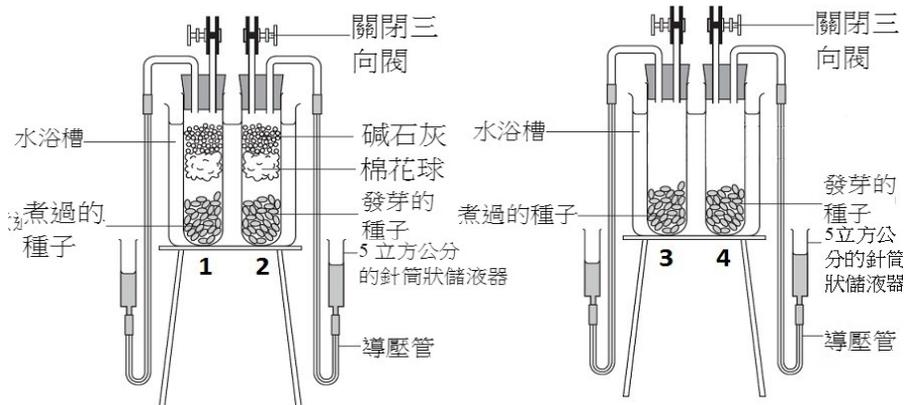
根據表一的數據，學生們歸納出如下的結論。

- (i) 上升至40° C 時，反應速率降低
- (ii) 上升至30° C 時，反應速率增加
- (iii) 上升至40° C 時，反應速率增加
- (iv) 過氧化氫酶是一種蛋白質，被觀察到在60° C 時完全變性。
- (v) 如重複本實驗，應加入35° C 時的數據，以探討過氧化氫酶的最反應溫度

你認為下列選項中，何者正確？

- A. 只有 I 和 IV
- B. 只有 II 和 V
- C. 只有 II, IV 和 V
- D. 只有 III, IV 和 V

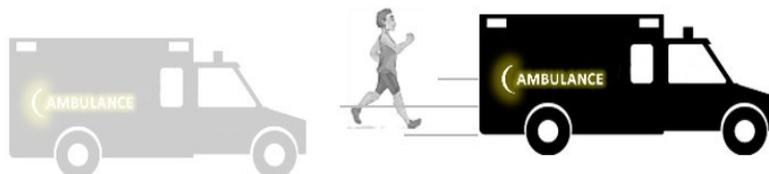
Q 29 :呼吸計(respirometer) 為一可用於測量生物呼吸反應速率的裝置，下方為其示意圖，它利用壓力的變化來偵測氧氣的吸收。碱石灰是由CaO和NaOH形成的化合物。下方所示的呼吸計1, 2, 3 和4均被設定在25⁰C，反應30分鐘後，記錄下方5cm³儲液器的液面。



利用圖中所提供的資訊，預測 5 cm³ 針筒狀儲液器的液面，將產生何種變化？

- A. 1. 下降 2. 上升 3. 下降 4. 上升
- B. 1. 不變 2. 下降 3. 不變 4. 下降
- C. 1. 不變 2. 下降 3. 不變 4. 上升
- D. 1. 下降 2. 上升 3. 不變 4. 下降

Q 30 :如圖所示，在2019卡達馬拉松賽期間，一輛速度為30.0 m/s的救護車，其警笛頻率為 5.00×10^2 Hz。運動員以4.00 m / s的速度奔跑，當救護車經過跑步者時，跑步者感覺到的頻率變化為何？ 空氣中的聲音速度為343 m/s。



- A. -0.76×10^2 Hz
- B. 0.99×10^2 Hz
- C. -0.89×10^2 Hz
- D. 0.85×10^2 Hz