

## 提問

溫度的高低對於反應速率會產生什麼影響？

## 假設

溫度越高，反應所需的時間越 短，反應速率越 快。

### 變因設定

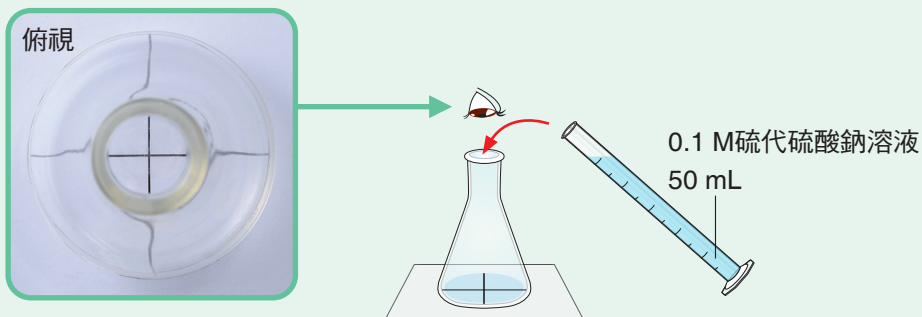
硫代硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 與鹽酸反應，會產生黃色的硫沉澱，可利用此反應產生沉澱物遮住十字所需的時間，來比較不同溫度的反應速率。

操縱變因	硫代硫酸鈉溶液的溫度
控制變因	硫代硫酸鈉溶液的濃度與體積、鹽酸的濃度與體積、鹽酸的溫度
應變變因	沉澱物遮住十字所需的時間（反應所需的時間）

## 實驗

### 1 準備實驗裝置

- 用筆在白紙中心畫一個十字，然後把錐形瓶底部中心對準放在十字中心上。
- 確認能從錐形瓶上方觀察到十字。
- 取0.1 M 硫代硫酸鈉溶液50毫升，倒入錐形瓶中。



## 2 測量室溫時的反應所需時間

⚠ 因反應會產生二氧化硫，應在通風良好處進行實驗並佩戴口罩。

- 以溫度計測定硫代硫酸鈉溶液的溫度。

📝 記錄溫度。

- 迅速將5毫升的1 M鹽酸加入錐形瓶中，立即開始計時。
- 搖動3秒，使溶液均勻混合。

👁 觀察瓶內所發生的現象。

📝 記錄反應所產生的沉澱物恰可把十字遮住的時間。

**步驟Q** 為何要記錄沉澱物恰可把十字遮住的時間？

**答** 每次剛好能遮住十字符號時，硫的生成量大致相同，因此可以此段反應所需的時間長短，來觀察反應速率的快慢。



## 3 測量比室溫高10°C時的反應所需時間

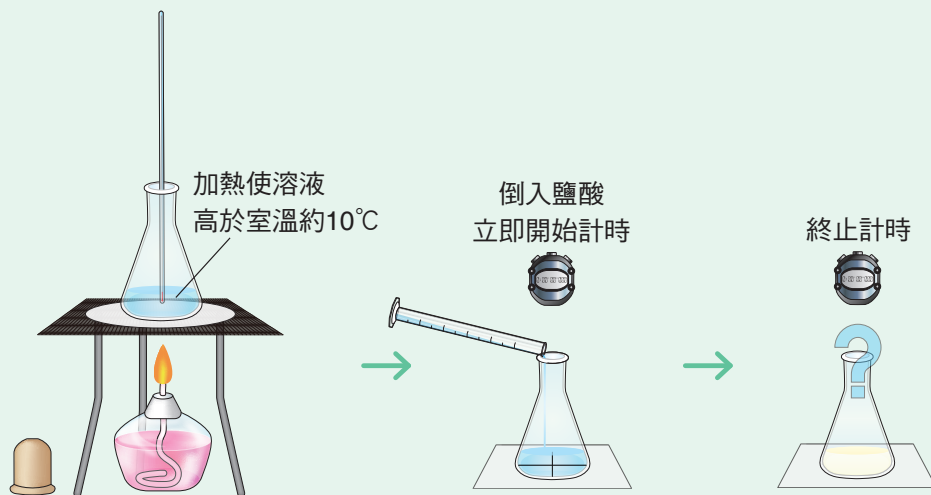
- 再取1個錐形瓶，將50毫升的硫代硫酸鈉溶液倒入錐形瓶中。

- 用酒精燈加熱錐形瓶，使溶液高於室溫約10°C。

📝 記錄溫度。

- 將錐形瓶移至十字中心，倒入鹽酸後立即開始計時（搖動3秒混合溶液）。

📝 記錄反應所產生的沉澱物恰可把十字遮住的時間。



#### 4 測量比室溫高 $20^{\circ}\text{C}$ 時的反應所需時間

- 重複步驟③，但將硫代硫酸鈉溶液用酒精燈加熱，使溶液溫度高於室溫約 $20^{\circ}\text{C}$ 。
- 記錄溫度。
- 記錄反應所產生的沉澱物恰可把十字遮住的時間。

### 實驗紀錄

1. 請將實驗結果記錄於下表。

室溫： 30  $^{\circ}\text{C}$

(答案僅供參考)

硫代硫酸鈉溶液溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	沉澱物遮住十字所需時間 (s)
30	85
40	54
50	36

### 結果與討論

(答案僅供參考)

1. 根據實驗的數據，三種不同溫度的硫代硫酸鈉溶液，產生沉澱物遮住十字的所需時間由短到長依序為何？

$50^{\circ}\text{C}$  (比室溫高約 $20^{\circ}\text{C}$ )  $\rightarrow$   $40^{\circ}\text{C}$  (比室溫高約 $10^{\circ}\text{C}$ )  $\rightarrow$   $30^{\circ}\text{C}$  (室溫)。

2. 根據實驗結果，此實驗的結論應為何？

溫度越高，反應所需的時間越短，反應速率越快。

#### 進一步探索



想一想，硫代硫酸鈉溶液的溫度等於反應時的溫度嗎？可以如何進一步改善實驗設計呢？

我的想法：

(答案僅供參考)

硫代硫酸鈉溶液的溫度【等於 / 不等於】反應時的溫度。

可製造一個能保持 恆溫 的環境，讓所有器材與反應過程保持溫度一致，則該溫度等於反應時的溫度。

## 4.1 反應速率

- ☐ 1. 反應的快慢可用反應速率來表示。
- ☐ 2. 硫代硫酸鈉和鹽酸反應會產生黃色的硫沉澱，反應式為：  

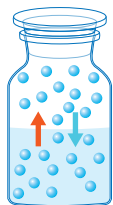
$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{S}$$
- ☐ 3. 影響反應速率的因素有反應溫度、反應物本質、表面積、濃度和催化劑等。

影響因素	原理
反應物本質	例如反應條件相同時，反應物活性越大，反應速率越快。
反應物濃度	濃度越高，反應速率越快。
反應物表面積	總表面積越大，反應速率越快。
反應溫度	溫度越高，反應速率越快。
催化劑	加入催化劑可加快反應速率，但不會改變生成物的量。

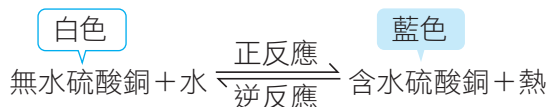
- ☐ 4. 兩物質要發生化學反應，兩物質的粒子必定會先發生碰撞，粒子發生碰撞的機會越大，反應速率越快。

## 4.2 可逆反應與平衡

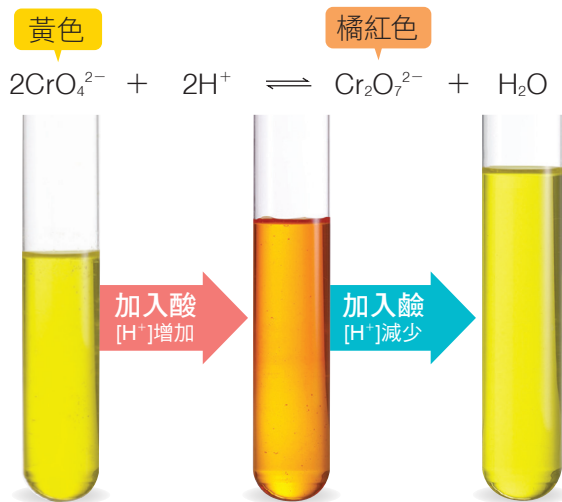
- ☐ 5. 密閉容器中的水，因為水蒸發成水蒸氣的速率與水蒸氣凝結成水的速率相等，所以水量不會改變，呈現一種動態平衡。



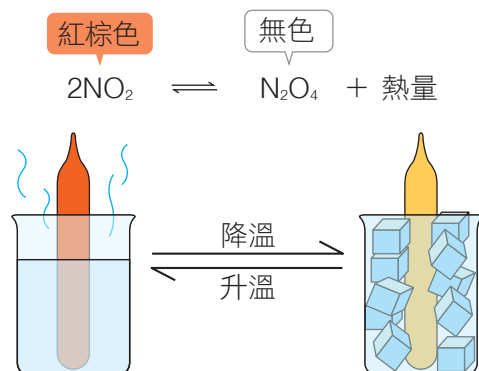
- ☐ 6. 可以向正、逆方向進行的化學反應，稱為可逆反應。例如硫酸銅的變色反應：



- ☐ 7. 可逆反應達平衡時，並不是指反應停止，而是正反應與逆反應的速率相等，反應仍持續進行。
- ☐ 8. 達成平衡的化學反應會因環境改變而發生變動，但經過一段時間後，反應又會達成新的平衡。影響平衡的因素包含：
  - (1) 濃度。
  - (2) 溫度。
- ☐ 9. 黃色的鉻酸鉀溶液中加入酸，鉻酸根離子就變成橘紅色的二鉻酸根離子；再加入鹼，則溶液又變回原來的黃色。



- ☐ 10. 溫度下降，密閉容器中的二氧化氮會產生四氧化二氮，顏色變淺；反之溫度上升，則四氧化二氮又會生成二氧化氮，顏色變深。



## 4·1 反應速率

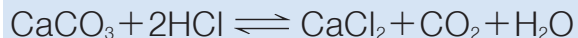
每題5分，共計70分

( C ) 1.一般情況下，下列何者的反應速率最快？

- (A)鐵釘生鏽
- (B)鐘乳石的生成
- (C)木材燃燒
- (D)銅生銅綠。

**1** 在一般的情況下，上述反應由快至慢為：(C)>(A)>(D)>(B)。

( C ) 2.將鹽酸滴在大理岩上，會產生氣泡，反應式如下：



如果想了解此反應的反應速率，藉由下列哪一項比較容易觀測？

- (A)CaCO<sub>3</sub>的消耗量
- (B)CaCl<sub>2</sub>的生成量
- (C)CO<sub>2</sub>的生成量
- (D)H<sub>2</sub>O的生成量。

**2** 利用反應過程中容易觀測的性質，可以了解反應速率的快慢，例如氣泡產生量、沉澱物多寡或顏色濃淡變化等，此反應會產生二氧化碳氣體，故選(C)。

( B ) 3.科學家們在俄羅斯的永凍層發現了一隻冰河時期的熊，體內器官幾乎都沒有腐爛，原封不動的被完整保存下來。請推測這個現象主要是與影響反應速率的哪一項因素有關？

- (A)濃度
- (B)溫度
- (C)表面積
- (D)催化劑。

( B ) 4.雙氧水塗在受傷流血的皮膚上會很快的冒出氣泡，最主要的原因可能為何？

- (A)受傷的皮膚細菌很多，反應比較快
- (B)血液內含有加速分解雙氧水的酶
- (C)受傷皮膚內含有氧氣
- (D)受傷皮膚表面與雙氧水接觸的面積比較多。

- ( D ) 5.新聞報導一起住宅火警，屋內鐵製品、銅製品等器皿、家飾皆燒光了，但從灰燼中找出了變形的金飾。好奇的小雯查詢了鐵、銅以及金的資料，並整理如右表，請問他應該如何解釋這個現象背後的科學原理呢？

金屬	熔點	對氧活性
鐵	1535℃	大
銅	1083℃	中
金	1064℃	小

- (A)金的熔點很高，用火加熱不會熔化  
 (B)金加熱後，其表面生成緻密的氧化物，可防止內部的金氧化  
 (C)溫度越高反應越快，金的熔點比較低，所以反應速率很慢  
 (D)金的活性很小，加熱比較不會與氧反應。

5 金在加熱後仍然維持本身，幾乎不會氧化，主要是因為金的活性很小。

- ( D ) 6.阿康家晚上要烤肉，請問下列哪一種行為無法讓烤肉更有效率？
- (A)把木炭敲小塊 (B)生火時對著木炭搨風  
 (C)把烤肉網放離火近一些 (D)把食材堆疊在一起烤。

#### 【實驗】4·1 溫度與反應速率的關係

在畫「十」字記號的白紙上放置一錐形瓶，使瓶底中心對準「十」字記號，今在瓶中加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 及 $\text{HCl}$ 溶液後，輕搖錐形瓶使兩溶液混合，同時開始計時，直到生成物恰好完全遮住「十」字記號為止，並記錄所需的時間。下表是四次實驗的紀錄，請回答下列問題：

變因 實驗 次數	甲		乙		丙	丁
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 濃度 (M)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 體積 (mL)	$\text{HCl}$ 濃度 (M)	$\text{HCl}$ 體積 (mL)	溫度 (℃)	時間 (s)
1	1	30	0.5	5	30	40
2	1	30	0.5	5	40	30
3	1	30	0.5	5	50	20
4	1	30	0.5	5	60	10

( D ) 7.在溫度與反應速率的實驗中，遮住「十」字記號的物質是下列何者？

- (A)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (B)  $\text{HCl}$  (C)  $\text{NaCl}$  (D)  $\text{S}$ 。

7  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 與鹽酸反應會產生黃色的硫沉澱，可藉由硫（S）沉澱後遮住「十」字記號所需的時間比較反應速率。

( A ) 8.在溫度與反應速率的實驗中，下列何者為控制變因？

- |            |              |
|------------|--------------|
| 甲.硫代硫酸鈉的濃度 | 乙.鹽酸的濃度      |
| 丙.硫代硫酸鈉的溫度 | 丁.沉澱物遮住符號的時間 |

- (A) 甲、乙  
(B) 甲、丙  
(C) 甲、丁  
(D) 丙、丁。

8 甲、乙為控制變因；丙為操縱變因；丁為應變變因。

( C ) 9.若第1次至第4次實驗中，遮住「十」字記號的生成物的量分別為W、X、Y、Z，請問下列同學中，誰對於四者間大小關係的推論最合理？

- (A) 小軒：  $W > X > Y > Z$   
(B) 小雯：  $W < X < Y < Z$   
(C) 沛沛：四者皆相等  
(D) 阿康：沒有足夠數據來判斷四者間的大小關係。

9 遮住記號所需硫的量相等。

( C ) 10.由溫度與反應速率的實驗可知，溫度與反應速率有何關係？

- (A) 正比  
(B) 反比  
(C) 溫度越高，反應速率越快  
(D) 溫度越高，反應速率越慢。

10 溫度越高，反應速率越快，但非正比關係。



【題組】小軒參考課本，利用家中廚房的蛋殼（含碳酸鈣）、食用醋（約含5%的醋酸）設計實驗探討影響反應速率的因素，請檢視他的實驗設計，並回答下列問題：

實驗甲：在室溫（25℃）下，取10 g完整的蛋殼加入10 mL食用醋，觀察產生氣體的快慢

實驗乙：在室溫（25℃）下，取20 g敲碎的蛋殼加入10 mL食用醋，觀察產生氣體的快慢

11.小軒發現這樣的撰寫方式很冗長也不易閱讀，於是將實驗甲、乙的實驗設計整理成表格，請你幫助他完成空缺的部分。

實驗	溫度	蛋殼		食用醋	
		質量	狀態	體積	濃度
甲	25℃	10 g	完整	10 mL	5%
乙	25℃	20 g	敲碎	10 mL	5%

( D ) 12.小軒整理表格時發現實驗的設計不好，阿康和小雯建議修正「實驗乙」的設計如下，你覺得誰的建議是對的？

阿康：改成取10 g敲碎的蛋殼

小雯：改成取20 g完整的蛋殼

(A)只有阿康的修正建議是對的

(B)只有小雯的修正建議是對的

(C)兩人的修正建議都是錯的

(D)兩人的修正建議都是對的。

**12** 原本的實驗設計有兩個操縱變因（蛋殼質量、蛋殼狀態），而兩人的修正建議，都使實驗只有一個操縱變因，阿康的是蛋殼狀態，小雯的是蛋殼質量。

( B ) 13.小軒新設計了一項實驗丙：在室溫（25℃）下，取10 g完整的蛋殼加入稀釋後的食用醋10 mL（濃度約為原本的一半）。如果把實驗結果跟實驗甲互相比較，請推測他的主要實驗目的應該是什麼呢？

(A)探討環境溫度對反應速率的影響

(B)探討食用醋的濃度對反應速率的影響

(C)探討食用醋的體積對反應速率的影響

(D)探討催化劑對反應速率的影響。

**13** 實驗甲、丙的設計，在於食用醋的濃度不同，故選(B)。



( B ) 14.承上題，請推測小軒可能觀察到什麼現象？

- (A)實驗甲、丙產生氣體的快慢一樣
- (B)實驗甲產生氣體的速度比較快
- (C)實驗甲產生氣體的速度比較慢
- (D)沒有加入催化劑，導致兩個實驗都不會產生氣體。

**14** (A)(B)(C)實驗甲的反應物濃度較實驗丙高，故實驗甲產生氣體的速度比較快；(D)碳酸鈣和醋酸的反應沒有催化劑也會產生氣體。

## 4·2 可逆反應與平衡

每題5分，共計30分

( B ) 15.一個加蓋的廣口瓶靜置一週後，發現水位沒有變化，下列關於此廣口瓶的敘述何者錯誤？

- (A)再靜置一週水位也不會改變
- (B)溫度升高時，水位不再變化
- (C)此時為一種動態平衡
- (D)水的蒸發過程與水蒸氣的凝結過程繼續進行。

**15** (B)溫度升高時，蒸發速率會大於凝結速率，導致水位下降。

( B ) 16.下列反應何者是可逆反應？

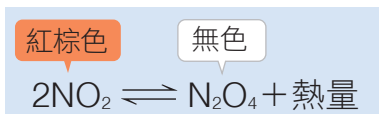
- (A)鋅粉加鹽酸產生氫氣
- (B)氯化亞鈷試紙遇水呈紅色
- (C)酒精燃燒生成二氧化碳和水
- (D)鐵生鏽。

( B ) 17.在反應的平衡狀態下，改變下列何者無法造成平衡的變動？

- (A)溫度
- (B)容器形狀
- (C)反應物濃度
- (D)生成物濃度。

**17** 要使平衡系統發生變動，必須改變反應系統內的因素；容器形狀屬於反應系統外的因素，因此無法使平衡系統發生變動。

( D ) 18. 在25℃下，二氧化氮在密閉系統中的化學反應達成平衡，其反應式如下：

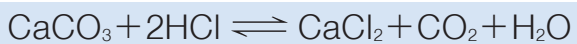


關於此反應的敘述，下列何者最合理？

- (A) 正反應為吸熱反應
- (B) 溫度上升時，正反應速率大於逆反應速率
- (C) 溫度下降時，顏色會變深
- (D) 反應達平衡後，正反應速率等於逆反應速率。

18 (A) 正反應為放熱反應；(B) 溫度上升時，熱量變多，逆反應速率大於正反應速率；(C) 溫度下降時，熱量減少，正反應速率大於逆反應速率，顏色會變淺。

【題組】沛沛在課堂中進行實驗，將貝殼與稀鹽酸放入錐形瓶中，並在瓶口以橡皮塞密封，如右圖。發現反應過程會產生氣泡，反應式如下：



( D ) 19. 沛沛發現靜置一段時間後，錐形瓶內不再產生氣泡。

要解釋此現象，請問下列哪一說法最合理？

- (A) 錐形瓶中化學反應已停止
- (B) 貝殼中 $\text{CaCO}_3$ 的成分已完全用盡
- (C) 錐形瓶內的 $\text{CO}_2$ 全部溶解在溶液中
- (D) 錐形瓶內反應均已達到平衡狀態。

( B ) 20. 承上題，沛沛接著拔開橡皮塞，結果又看見氣泡從溶液中冒出，他推測是因為錐形瓶中的 $\text{CO}_2$ 散失，造成反應平衡被破壞，除此之外，沛沛還有其他推論如下，請判斷哪一項推論不合理？

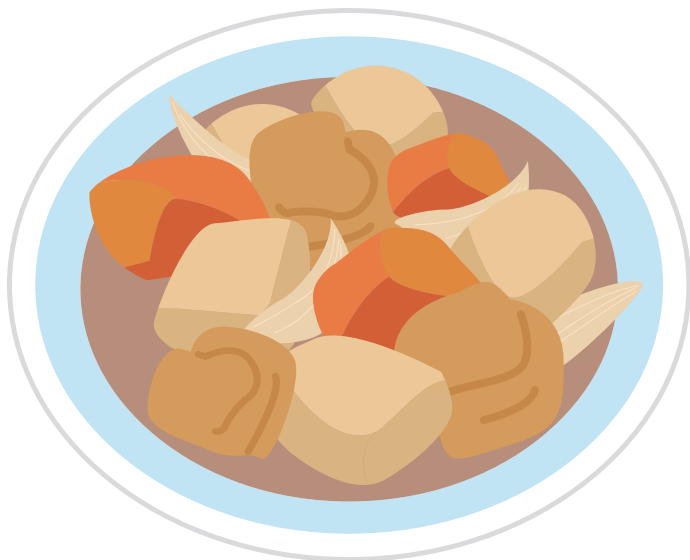
- (A) 此時正反應速率大於逆反應速率
- (B) 錐形瓶的 $\text{HCl}$ 會逐漸增加
- (C) 錐形瓶的 $\text{CaCl}_2$ 會逐漸增加
- (D) 貝殼中 $\text{CaCO}_3$ 會逐漸減少。

20 因為 $\text{CO}_2$ 散失，造成反應平衡被破壞，此時正反應速率大於逆反應速率。因此反應物 $\text{HCl}$ 、 $\text{CaCO}_3$ 會逐漸減少，產物 $\text{CaCl}_2$ 會逐漸增加。

## 自然在身邊

## 馬鈴薯燉肉

### 馬鈴薯燉肉



#### 食材

- 馬鈴薯2顆
- 紅蘿蔔1支
- 洋蔥1/2顆
- 豬肉500公克
- 醬油適量

#### 烹調時間

45分

#### 做法

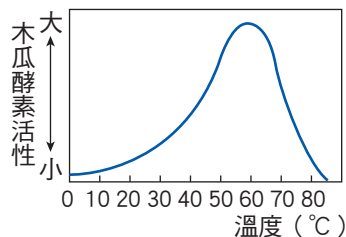
- 洋蔥切塊後，下鍋炒香。
- 加入切塊的馬鈴薯跟紅蘿蔔，繼續翻炒。
- 加入豬肉，繼續翻炒。
- 加水淹過食材，開始燉煮，水滾後加入適量醬油。
- 煮到馬鈴薯、紅蘿蔔變軟之後，即可上桌擺盤。



#### 廚房小幫手

如果有嫩精，可以事先加到豬肉裡醃製30分鐘，這樣肉會更軟嫩好入口。

**Q1** 小軒考量到奶奶的牙口不好，因此使用了嫩精（含木瓜酵素）來軟化豬肉，請依據下圖關於木瓜酵素的資訊，幫小軒判斷下列哪種調整方式，可以縮短軟化肉質的時間？（請勾選）



- ☐ 放入冰箱冷藏，使溫度降低
- ☐ 不需做調整，將豬肉維持放在室溫
- ☒ 將整盆豬肉隔水加熱，使溫度升高，維持在60°C
- ☐ 將整盆豬肉隔水加熱，使溫度越高越好

**Q2** 小軒想要縮短煮熟馬鈴薯和紅蘿蔔的時間，於是他做了「某種處理」，請問「某種處理」可能為下列何者？請勾選並說明原理。

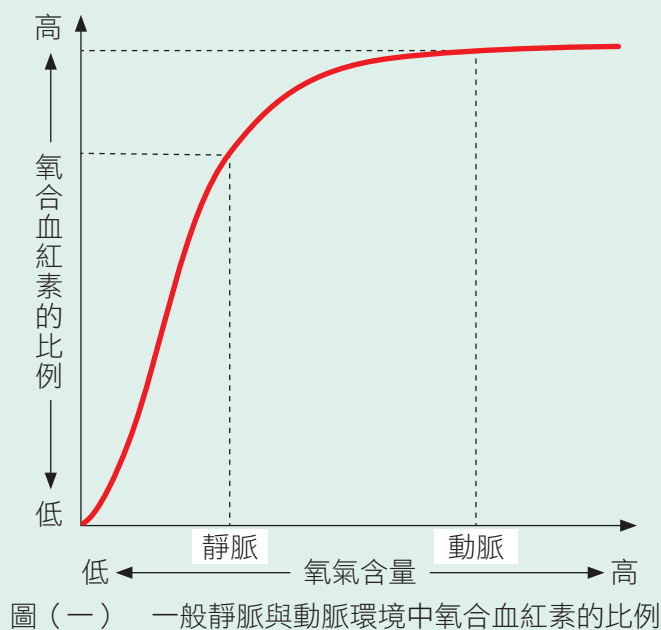
- ☐ 將「嫩精」加入馬鈴薯、紅蘿蔔（幾乎不含蛋白質）中醃製
- ☒ 將馬鈴薯、紅蘿蔔再切小塊一點

原理：反應物總表面積越大，反應速率越快。

人體吸入氧氣後，氧氣會由血液中的紅血球負責攜帶，並經由血液循環運送至組織細胞。這是因為紅血球中的血紅素能與氧氣結合，形成「氧合血紅素」，藉此攜帶氧氣；而「氧合血紅素」也能發生還原反應，形成血紅素與氧氣，藉此釋出氧氣，以供給組織。其反應過程如下：



然而，血紅素什麼時候會與氧氣結合，氧合血紅素又是什麼時候會把氧氣釋放出去呢？科學家經研究後發現，血液中的氧合血紅素比例與周遭環境中的氧氣含量有關，當血液中的氧氣含量較高時，血紅素與氧氣的結合率也比較高，所以氧合血紅素的比例就會較高；反之則較低（圖一）。



此外，由於高海拔地區的氧氣含量，會隨著海拔高度的上升而減少，因此人體內的氧合血紅素比例也會受海拔高度影響。例如在高度約為3000公尺的高山環境中，人體會為了讓組織細胞獲得足夠的氧氣，而頻頻喘氣增加呼吸頻率，使進入體內的氧氣量增加，以提高氧合血紅素的比率。

( D ) 1.以下4位同學在讀完文章後，分別提出各自的想法，請問誰的想法有誤？

(A)沛沛：血紅素與氧氣結合成氧合血紅素是一種可逆反應

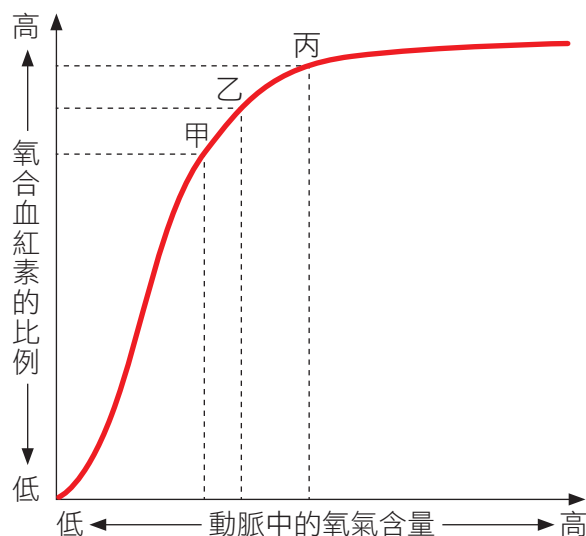
(B)小軒：肺部氧氣含量較高，有利於正反應，產生較多的氧合血紅素

(C)小雯：組織細胞氧氣含量較低，有利於逆反應，氧合血紅素會釋出氧氣

(D)阿康：靜脈中氧氣含量較低，因此血液中的氧合血紅素比例會變成零。

2.右圖中的甲、乙、丙分別代表不同海拔高度的環境，當人處在不同環境時，其動脈中的氧氣含量由高至低為丙 > 乙 > 甲。請根據文章內容，判斷三者的海拔由高至低依序為何？

甲 > 乙 > 丙。



3.攀登高山時，當地勢高度增加太快或過渡時間太短，人體容易因缺氧而引發各種不適的生理反應，俗稱高山症。請問可以採取下列哪些措施，以減輕或避免高山症的發生？（可複選）

☒ 攜帶氧氣瓶

☐ 進行劇烈的活動

☐ 戴口罩遮住口鼻

☒ 減緩上升速度讓身體適應