

大學入學考試中心  
學科能力測驗參考試卷  
(111學年度起適用)

自然考科

— 作答注意事項 —

考試時間： 110 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 考生須依上述規定畫記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響考生成績並傷及權益。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 $n$ 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 $n$ 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 $k$ 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

著作權屬財團法人大學入學考試中心基金會所有，僅供非營利目的使用，轉載請註明出處。若作為營利目的使用，應事前經由財團法人大學入學考試中心基金會書面同意授權。



# 大學入學考試中心

## 學科能力測驗（111 學年度起適用）

### 自然考科

### 參考試卷說明

本參考試卷為 111 學年度起適用之學科能力測驗自然考科參考試卷。大考中心依據(1) 108 學年度開始實施之「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校—自然科學領域」，以及(2) 本中心所公布之 111 學年度起適用之「學科能力測驗自然考科考試說明」，二份文件所揭櫫之理念與目標而設計。

#### 一、測驗科目與範圍

本考科涵蓋至第五學習階段中物理、化學、生物與地球科學的部定必修課程，其中包括探究與實作課程內容。四分科在試卷中，原則上比重大致相當。

#### 二、題型、架構與配分

本參考試卷架構分為二部分，第壹部份為選擇題型共 36 題（包括單選題與多選題），第貳部分為混合題型共有 6 題組（兼含選擇題與非選擇題），其中混合題型的非選擇題有問答、繪圖、表格與計算等形式。因應部定必修學分的規範，本卷每題均計分。本卷的非選擇題配分占 25%。上述題量與配分比例在未來正式考試時，可能因組卷之必要而有微調。

#### 三、命題特色

命題方向兼具測驗學科概念的基本試題，以及將知識與能力整合運用於生活情境與學術探究情境的素養導向命題。

#### 四、考生作答（答題卷）

此次答題卷為配合混合題型而設計，考生填答時須注意本考科試題本之「作答注意事項」的提示，並於規定的作答區撰寫。未來混合題型中的非選擇題可能有其他不同形式，每份試卷混合題的呈現方式未必皆相同，作答時須搭配「答題卷」，故務必詳讀試卷上的作答說明。

參考試卷呈現本中心未來命題方向、組卷架構、答題卷設計、參考答案／評分原則等可能樣貌，僅適宜作為參考練習、評量之示例；此外，本次試題除部分為原創外，亦有採用或修改歷年考題或研究用試題情形。

本中心對本次公告之參考試卷，雖追求最高品質，但仍可能存在須調整精進之處，歡迎各界惠予指正、建議。

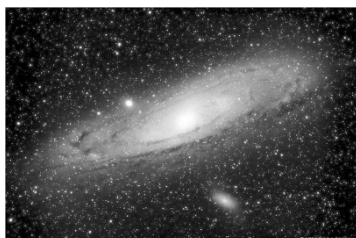
### 第壹部分、選擇題（占 72 分）

說明：第1題至第36題，含單選題及多選題，每題2分。

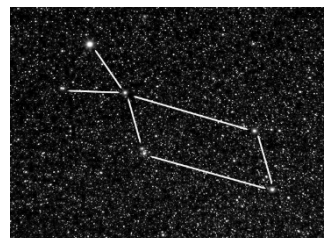
1. 圖 1 分別是昴宿星團 (a)、仙女座大星系 (b)、天琴星座 (c) 的影像。下列哪些選項正確？（應選 2 項）



(a)



(b)



(c)

圖 1

- (A) 仙女座大星系屬於銀河系  
(B) 仙女座大星系是三者中最大的系統  
(C) 昴宿星團不屬於銀河系  
(D) 天琴星座中，肉眼可見的恆星都屬於銀河系  
(E) 天琴星座中的恆星和地球距離均相等
2. 圖 2 為太平洋某地海水溫度與深度的關係圖。若依海水溫度的垂直變化特徵，將海水分為甲、乙、丙三層，則下列何者正確？

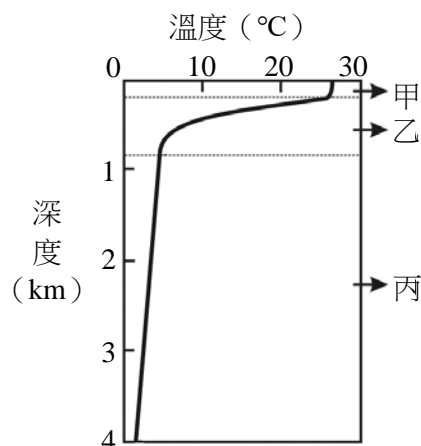
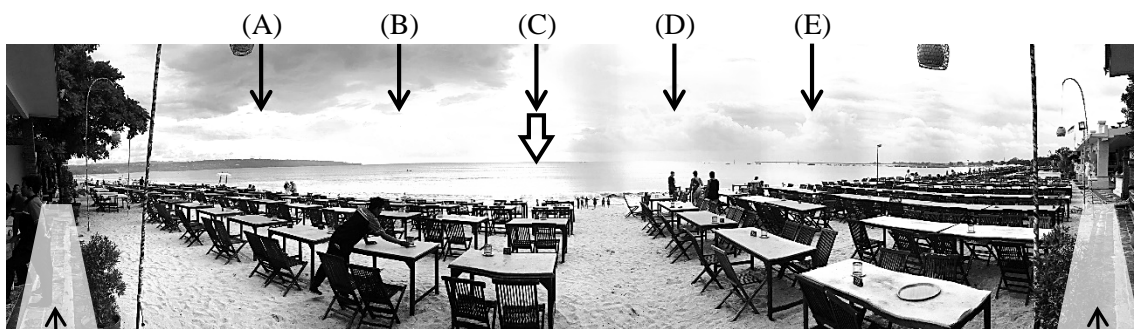


圖 2

3. 圖 3 為赤道地區某海邊餐廳門口所拍涵蓋 180 度的風景照（照片左、右側的階梯其實為同一長直階梯向兩側延伸）。已知 9 月下旬時，夕陽落入地平線的方位在拍照位置的正前方（黑框箭頭指示之位置），若不考量天氣因素，3 個月後夕陽落入地平線的位置，最接近照片中的哪一點？



階梯

圖 3

階梯

4. 某日，甲、乙、丙、丁四人在各自家中上社群網站一起聊天，且知四人的家分散在（未按順序）臺北、臺中、高雄、與美國洛杉磯。甲突然感覺到烈震（震度 6 弱），10 秒後乙也感覺到弱震（震度 3 級），丙在甲感到烈震後 17 秒感覺到中震（震度 4 級），丁則在甲感到烈震之後 18 秒才覺得有中震（震度 4 級）。今已知地震波傳播的速率約為每秒鐘 4 至 6 公里，而且上述四人所感覺到的地震分屬兩個不同的地震，則下列關於四人住處的推論哪些最為可能？（應選 2 項）（此題中的震度級距，為方便比較，均已轉換成臺灣震度）
- (A)甲住高雄                      (B)乙住洛杉磯                      (C)丙住洛杉磯  
(D)丁住臺中                      (E)甲住臺中
5. 大尺度的地面風場，除了受氣壓梯度力與科氏力的影響之外，還會受到地面摩擦的影響。在考慮摩擦作用及已達成平衡的情況下，有關大尺度地面風場的敘述，下列何者正確？
- (A)在南、北半球，風向均偏向低壓  
(B)在南、北半球，風向均偏向高壓  
(C)北半球的風向會偏向低壓、南半球的風向會偏向高壓  
(D)北半球的風向會偏向高壓、南半球的風向會偏向低壓  
(E)南、北半球的風向均平行於等壓線，不會偏向高壓或低壓
6. 有一北半球的海上氣象浮標剛好位於某強烈颱風中心經過的路徑上，該浮標對此颱風風向及風速隨時間的觀測紀錄如圖 4 所示，圖中橫軸為時間，縱軸為風速。在橫軸各時間點上，由風速 0 向外延伸線段的方向指示風的去向（北方在上），線段端點對應的值為其風速。颱風中心於 X 時左右經過該浮標，根據圖、文資料，下列哪些選項正確？（應選 3 項，甲、乙、丙 3 欄各選 1 項）

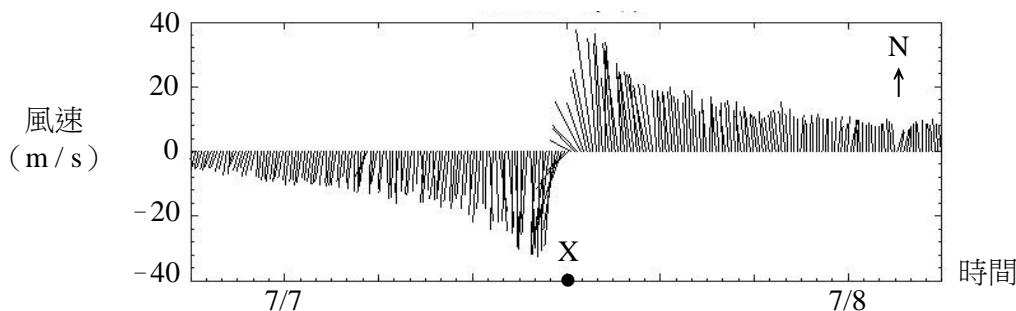


圖 4

甲、風速變化	
(A)	中心通過時風速偏高，但前後出現最低風速
(B)	中心通過時風速偏低，但前後出現最高風速

乙、風向變化	
(C)	中心通過前為北風，通過後轉為南風
(D)	中心通過前為南風，通過後轉為北風

丙、颱風通過浮標的路徑	
(E)	由西向東
(F)	由東向西

7. 在地球歷史中，下列哪些作用有利於地表氣溫逐漸升高？（應選 2 項）
- (A) 火成岩進行風化作用，形成碎屑沉積岩
  - (B) 火山作用釋放水氣和二氧化碳至大氣中
  - (C) 海洋生物吸收二氧化碳，形成殼體
  - (D) 高緯度地區的冰雪融化，使平均反照率降低
  - (E) 大氣中的水氣總含量減少
8. 地球的歷史淵遠流長，地表的變動滄海桑田、千變萬化。關於地質事件發生先後的推論依據，下列哪些選項正確？（應選 3 項）
- (A) 風化程度愈嚴重的岩石愈古老
  - (B) 未經變動的沉積岩層，愈底部愈古老
  - (C) 岩層被岩脈截切，岩層形成的時間較岩脈早
  - (D) 含三葉蟲化石的岩層比含恐龍化石的岩層早生成
  - (E) 鈾含量愈少的岩石愈古老
9. 金門料羅灣的潮汐類型為半日潮，甲、乙兩人在此地進行一項探究活動。甲與乙於某日乾潮後，即同時開始進行觀測共 3 小時。在這項探究活動中，甲負責量測碼頭港內的水位變化，他以保麗龍塊浮起長竿，每 10 分鐘用筆把參考階梯的位置標示在竿上並記錄時間，如圖 5-(a) 所示；乙負責在碼頭附近的沙灘上，以皮尺每 10 分鐘量測水線與某一立竿間的距離並記錄時間，如圖 5-(b) 所示。綜合以上作為，甲、乙兩人應該是要探究下列哪一問題？

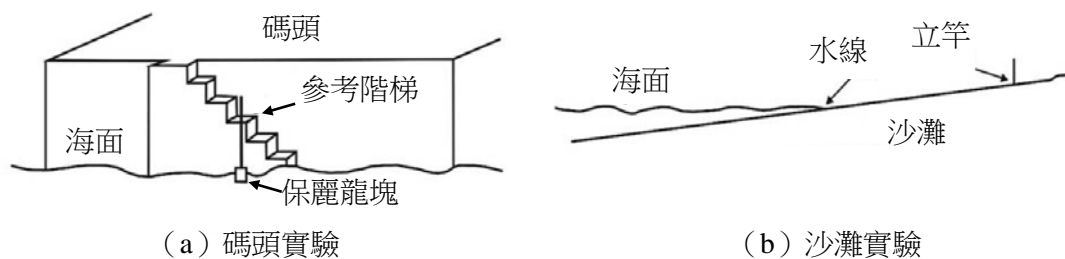


圖 5

- (A) 當地的潮汐週期
  - (B) 該潮間帶的坡度變化
  - (C) 預測下次滿潮出現的時間
  - (D) 當地當日潮間帶的最大寬度
  - (E) 當地波浪的最大波高和波長
10. 氯有兩種同位素，其原子質量（單位： $u$ ）和天然含量分別為  $34.97 u$ （ $75.77\%$ ）和  $36.97 u$ （ $24.23\%$ ），故氯的平均原子量為  $35.45 u$ 。則在自然界中發現任一氯原子，其原子質量為  $35.45 u$  的機率（ $\%$ ）為何？
- (A) 0                      (B) 24.23                      (C) 51.54                      (D) 75.77                      (E) 100

11. 圖 6、圖 7 分別代表  $\text{NH}_3(\text{g})$  和  $\text{NO}_2(\text{g})$  的生成反應過程中，反應物與生成物的能量變化，則下列哪些選項正確？（應選 2 項）

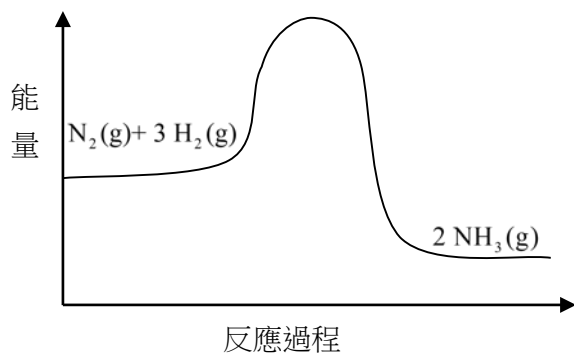


圖 6

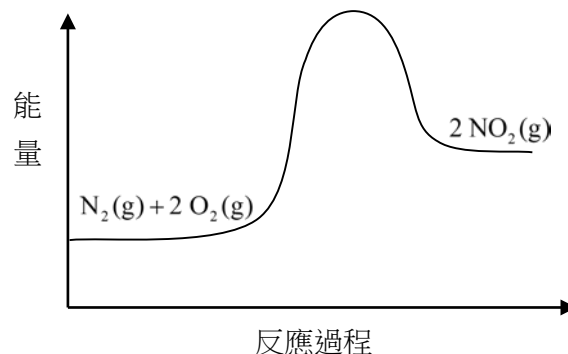


圖 7

- (A)  $\text{NH}_3(\text{g})$  的生成反應為吸熱反應
- (B)  $\text{NO}_2(\text{g})$  的生成反應為吸熱反應
- (C)  $\text{N}_2(\text{g})$  與  $\text{H}_2(\text{g})$  產生  $\text{NH}_3(\text{g})$  的反應為吸熱反應
- (D)  $\text{NO}_2(\text{g})$  分解為氮氣和氧氣的反應為吸熱反應
- (E)  $\text{NH}_3(\text{g})$  分解為氮氣與氫氣的反應為吸熱反應

12. 在化學反應  $\text{X} + 2\text{Y} \rightarrow 3\text{Z} + \text{W}$  中，2.0 克 X 能與 4.0 克 Y 完全反應，生成 3.0 克 Z。若要生成 4.5 克的 W，則在 Y 足量的狀況下，至少需要多少克的 X 參與反應？

- (A) 2.0
- (B) 3.0
- (C) 4.0
- (D) 5.0
- (E) 6.0

13-14 題為題組

甲、乙、丙為三種不同濃度的稀鹽酸溶液，將不同體積的甲、乙、丙溶液分別和強鹼水溶液混合，反應後溶液之 pH 值均大於 7，且總體積皆為 10 毫升。在反應完全後，所測得溶液之溫度變化 ( $\Delta T$ ) 如圖 8 所示。（假設溶液之比熱和密度均與水相同）

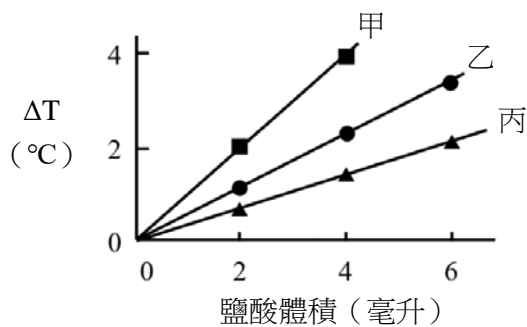


圖 8

13. 下列有關上述反應的敘述，哪些選項正確？（應選 3 項）

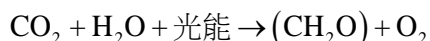
- (A) 此反應為放熱反應
- (B) 強鹼為限量試劑
- (C) 由反應可推知，此強鹼水溶液為氫氧化鈉水溶液
- (D) 反應前，甲、乙與丙三種鹽酸溶液的濃度大小順序為：甲 > 乙 > 丙
- (E) 反應前，若甲溶液的體積為 4 毫升，則反應後溶液溫度約可增高  $4^\circ\text{C}$

14. 根據圖 8 的實驗結果，約多少毫升的甲溶液與強鹼水溶液反應後，其所產生之溫度變化，與 6 毫升丙溶液和強鹼水溶液反應所產生的溫度變化相同？

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 4
- (E) 5

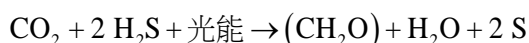
15-16題為題組

光合作用是指生物體將光能轉換成化學能的過程。有些生物進行光合作用後會釋放氧氣，稱為「釋氧光合生物」；有些生物進行光合作用後不會釋放氧氣，稱為「非釋氧光合生物」。植物是釋氧光合生物，它們的光合作用反應式如下：

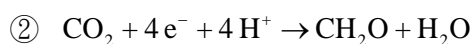
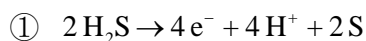


二十世紀初的多數學者認為植物進行光合作用時， $\text{CO}_2$ 受光照而分解產生氧氣，C則與 $\text{H}_2\text{O}$ 結合，形成碳水化合物。據此，當時學者認為植物光合作用的化學機制是一種水合反應。

同一時期的凡尼耳是研究紫硫菌（一種非釋氧光合生物）的學者。他發現紫硫菌進行光合作用時， $\text{H}_2\text{S}$ 是必要的反應物，光合作用後，細菌內部會形成元素硫（S）聚集成顆粒，據此，凡尼耳推論紫硫菌的光合作用反應式如下：



並認為該反應是由下列兩個半反應：①與②所共組形成：



凡尼耳的研究對當時學界造成很大的衝擊，因為他對紫硫菌光合作用的化學反應過程之推論與當時多數學者對植物光合作用為水合反應的觀點並不相同。為了解光合作用的化學機制，經由上述不同面向的論證回答下列問題：

15. 凡尼耳認為紫硫菌的光合作用應該屬於下列哪一類型的化學反應？

- (A)水合反應                                      (B)酸鹼反應                                      (C)沉澱反應  
(D)氧化還原反應                                      (E)結合反應

16. 為了確認植物光合作用的反應機制，二十世紀中期的科學家利用含有兩種不同氧同位素（ $^{16}\text{O}$ 和 $^{18}\text{O}$ ）的反應物（ $\text{C}^{16}\text{O}_2$ 和 $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ），對植物的光合作用進行標記實驗，得到反應結果如下：



根據此一研究結果分析，下列哪些推論正確？（應選 2 項）

- (A)光合作用生成 $\text{O}_2$ ，其O原子來自反應物 $\text{H}_2\text{O}$ 的氧原子  
(B)光合作用生成 $\text{CH}_2\text{O}$ ，其O原子來自反應物 $\text{H}_2\text{O}$ 的氧原子  
(C)光合作用生成的水是來自反應物中的水  
(D)由本文及同位素標記實驗的結果，光合作用的反應機制應是二十世紀初多數學者的推論正確  
(E)由本文及同位素標記實驗的結果，光合作用的反應機制應是研究紫硫菌的凡尼耳的推論正確



17. 某生進行界面活性劑實驗，步驟如下：

步驟1：取紅色油性染料1毫升加入裝有20毫升石油醚的燒杯中形成紅色溶液甲。

步驟2：取溶液甲2毫升加入試管後，再加入2毫升蒸餾水，套上塑膠蓋，搖晃試管後，靜置3分鐘，觀察並記錄試管內溶液混合後的狀況。

步驟3：取稀釋的合成清潔劑3毫升加入步驟2的試管中，套上塑膠蓋，搖晃試管後靜置3分鐘，觀察並記錄試管內溶液混合後的狀況。

步驟4：取飽和氯化鎂溶液3毫升加入步驟3的試管中，套上塑膠蓋，搖晃試管後靜置3分鐘，觀察並記錄試管內溶液混合後的狀況。

下列針對此實驗過程的敘述，哪些選項正確？（應選 2 項）

- (A) 步驟2中，試管內分成兩層，界面清楚，紅色在上層而下層無色
- (B) 步驟2中，試管內分成兩層，界面清楚，水在上層而下層為石油醚
- (C) 步驟3中，試管內分成兩層，界面清楚，紅色在下層而上層無色
- (D) 步驟3中，試管內上下層界面不清楚，整支試管呈淡紅色
- (E) 步驟4中，試管內分成兩層，紅色在上層而下層無色

18. 濾紙層析是分離混合物的一種簡便方法。首先用鉛筆在長條形濾紙上，距上、下緣適當距離處（約 1 公分）各劃一條細線（如圖 9 的 X、Y 橫線）；然後用毛細管在 Z 處點好樣品後，再放入裝有適當展開液之展開槽中進行展開分離。下列有關濾紙層析之原理及操作，哪些選項正確？（應選 3 項）

- (A) 濾紙層析是利用混合物中各成分物質的性質差異（如對濾紙之吸附力）達到分離效果
- (B) 改變展開液的成分可改變混合物的分離效果
- (C) 必須使用足量的展開液，並使其液面低於 X 處之橫線
- (D) 當移動最快的成分物質到達 Y 處之細線時，即可停止展開
- (E) 用毛細管將樣品溶液點在濾紙上的 Z 點時，Z 點的樣品量越多，其分離效果越佳

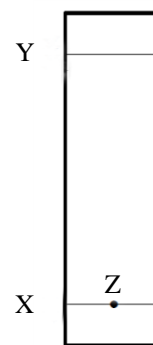


圖 9

19. 從地面鉛直上拋一小球，在重力作用下，小球上升至離地高度為  $H$  的位置後，折返並落回至原地。若忽略空氣阻力的影響，小球由地面往上升至離地高度為  $H/2$  的位置時，費時  $t_1$ ，由最高點落至離地高度為  $H/2$  的位置時，費時  $t_2$ 。試問小球兩次分別於離地高度為  $H/2$  的位置時，下列哪些對應的物理量一定相同？（應選 3 項）

- (A) 加速度
- (B) 速度
- (C) 重力位能
- (D) 動能
- (E)  $t_1$  與  $t_2$

20-21題為題組

小明的家人在市場買了真空包裝的肉，回家打開切成肉片，發現切面泛著淡淡的偏綠色金屬幽光，有些地方還看到彩虹色的金屬光澤，如圖 10 虛線標示處，心想是不是肉被金屬汙染了呢？

於是小明上農委會的「農業知識入口網站」詢問，駐站專家表示，無論新鮮的肉或煮熟的肉，經過鋒利的刀具切割後，在切面上有時可見彩虹光澤，主要是因為切面上有肌肉纖維造成，如圖 11 所示，是很正常的物理現象，這種現象在孔雀羽毛和肥皂泡膜皆可見，但其原理與光通過三稜鏡所產生的現象並不相同。

小明與小美於探究與實作課程中，想要重現「肌肉切割後會產生金屬光澤」的現象，拿出 X、Y、Z 三種不同刀子，先用同等力道切割紙張的張數判斷刀子鋒利程度，再以不同角度方式分別重複切肉數次，並把有無金屬光澤的結果記錄於表 1：



圖 10

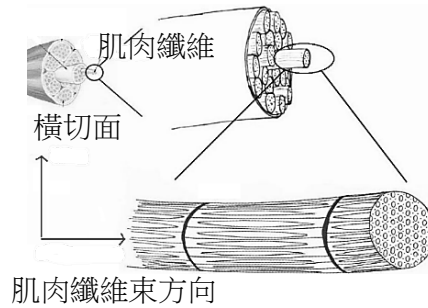


圖 11

表 1 切割結果

		X	Y	Z
刀子鋒利程度	以同等力道切割紙張劃破張數	12 張	6 張	1 張
有無產生金屬光澤	切割方向與肌肉纖維平行	無	無	無
	切割方向與肌肉纖維夾 45 度	有	無	無
	切割方向與肌肉纖維垂直	有	有	無

20. 依據「農業知識入口網站」駐站專家的說法，下列關於光的物理現象，何者最適合說明肉的切面有彩虹色的金屬光澤？

- (A)干涉 (B)漫射 (C)色散 (D)反射 (E)折射

21. 依據表 1，小美和小明由探究所得的實驗結果形成五點論點，反思下列五個論點，試問哪些論點**無法**用表 1 的切割結果佐證？（應選 2 項）

- (A)若由 X、Y、Z 三把刀的切割結果，可以推論刀子越鋒利越容易產生金屬光澤  
 (B)拿出第四把刀子 S，當切割方向與肌肉纖維平行，可以確定不會產生金屬光澤  
 (C)僅由 Y 刀切割的結果，可以確定切割方向會影響金屬光澤的產生  
 (D)僅由 X、Y 兩把刀切割的結果，可以推論任何刀子切割方向與肌肉纖維垂直就可以產生金屬光澤  
 (E)拿出第五把刀子 T，以同等力道可以劃破 5 張紙，當切割方向與肌肉纖維夾 45 度，可以推論不會產生金屬光澤

22. 為了瞭解電磁爐烹煮食物的工作原理，小華嘗試打開電磁爐的上蓋，觀察電磁爐的內部構造，發現電磁爐內有一個平行於爐面的平面線圈。小華分析後發現，當平面線圈通電流時，會改變通過金屬鍋底的磁場，使其產生應電流，鍋底因電流熱效應而加熱食物。小華想要探討調整電磁爐的哪些變因會加速煮熟食物，在電磁爐可正常使用的條件下，改變下列哪幾項變因，可以使電磁爐加速煮熟食物？（應選 2 項）

- (A) 增加產生爐面磁場之交流電源的電流
- (B) 放置電磁爐在一大型永久磁鐵上
- (C) 改變交流電源為高壓直流電源
- (D) 增加產生爐面磁場之線圈匝數
- (E) 增加一片烤肉網於鍋底與電磁爐之間

23. 將光照射在某些金屬板，會導致電子自表面逸出，稱為光電效應，逸出的電子稱為光電子。下列關於光電效應的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 愛因斯坦首先做實驗發現光電效應的現象
- (B) 光電效應實驗結果顯示光具有粒子的性質
- (C) 光照射在金屬板上，每秒躍出的光電子數目與光照射的時間成正比
- (D) 光照射在金屬板上，當頻率低於某特定頻率時，無論光有多強，均不會有光電子逸出
- (E) 光照射在金屬板上，當頻率高於某特定頻率時，即便光強度很弱，仍會有光電子逸出

24. 在聲波由空氣進入水中的過程中，下列有關聲波性質的敘述，何者正確？

- (A) 進入水中後，聲波強度會變強
- (B) 進入水中前後，聲波的頻率相同
- (C) 聲波在水中的傳播速率較小
- (D) 進入水中前後，聲波的波長相同
- (E) 進入水中後，聲波前進方向一定不變

25. 下列對於「自然界的基本作用力」之說法，何者正確？

- 甲：在原子核中的中子與質子因電磁力作用而束縛在一起。
- 乙：在原子核中的中子與中子間因弱力作用而束縛在一起。
- 丙：單獨的中子並不穩定，會因弱力作用而衰變成質子、電子與其他粒子。
- 丁：火星是受太陽的萬有引力作用而繞日運行。

- (A) 甲乙
- (B) 乙丙
- (C) 丙丁
- (D) 甲丁
- (E) 乙丁

26. 在圖 12 中，長直導線與導線環固定在同一紙平面上，當長直導線載有向右的電流  $I$  時，下列有關導線環上出現之應電流  $i$  的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 當  $I$  為定值時， $i$  為零
- (B) 當  $I$  隨時間增大時， $i$  為逆時鐘方向
- (C) 當  $I$  隨時間增大時， $i$  為順時鐘方向
- (D) 當  $I$  隨時間減小時， $i$  為逆時鐘方向
- (E) 當  $I$  隨時間減小時， $i$  為順時鐘方向

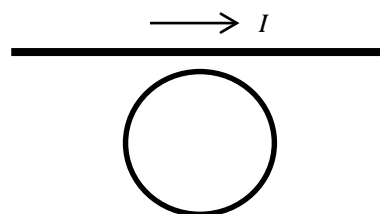


圖 12

27. 北宋沈括《夢溪筆談》提及：李舜舉家曾經被巨大的雷電擊中，文中形容有雷火從房子的西邊房間窗戶冒出，然後竄出房簷之上，人們都害怕得跑出去躲避。暴雷停止後，房子卻保持完好，只是牆壁和窗紙都變黑了。

根據上述短文，下列有關閃電的敘述何者正確？

- (A) 雷電自天而降，如同水往低處流一般，故閃電擊中李家的房子，有可能是因為附近的房子都比李家的高
- (B) 閃電擊中李家後，雷火由西邊房間的窗戶出來，可見當日吹西風
- (C) 閃電由屋簷出來，可能是因為屋簷突出，有針尖效應
- (D) 牆壁窗紙變成黑色，是因為書桌上的墨汁噴出
- (E) 房屋沒有被焚毀的主因是屋內沒有火源

28. 圖 13 為某植物根部的縱切面構造示意圖。下列有關有絲分裂染色體觀察實驗的敘述，何者正確？

- (A) 進行分裂中的細胞都具有明顯易見的染色體
- (B) 當細胞中可以觀察到染色體時，也可以看到細胞核
- (C) 當染色體互相分離時，染色體之形狀為趨向兩極的 V 型
- (D) 處於有絲分裂狀態的細胞都集中在根尖最前端的丁區
- (E) 丙區的細胞相當大，不需染色即可觀察到有絲分裂進行中的細胞

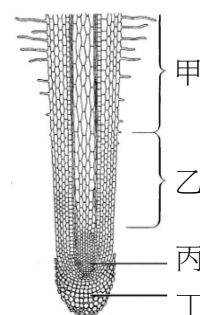


圖 13

29. 紅綠色盲為常見的一種遺傳疾病。王先生與王太太皆辨色正常，生有二男小華及小志，皆為紅綠色盲。李小姐辨色正常，打算與小華結婚，他們二位在進行婚前健康諮詢時，針對有關紅綠色盲之討論，下列哪些選項正確？（應選 2 項）

- (A) 王先生帶有一個色盲等位基因
- (B) 王太太帶有一個正常等位基因
- (C) 小華及小志都是同型合子的基因型
- (D) 李小姐辨色正常，所以生下的孩子必定辨色正常
- (E) 若李小姐是同型合子，則生下的孩子皆辨色正常

30. 小玉觀察花的構造並繪出的示意圖如圖 14。下列有關花的敘述，何者正確？

- (A) 甲為柱頭，是雄蕊的一部分
- (B) 乙是花藥，其中花粉染色體套數為  $2n$
- (C) 丙為子房中的胚珠，受精後會發育為種子
- (D) 減數分裂在甲和乙內發生
- (E) 花柱及子房壁都是由單套染色體的細胞組成

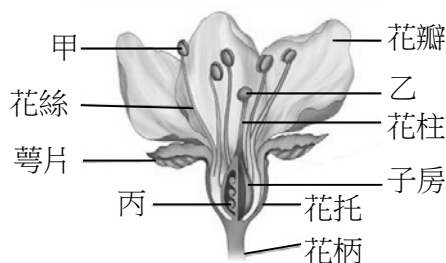


圖 14

31. 下列何者在動物和植物細胞的有絲分裂過程中都會發生？

- (A) 分裂前，染色體不需複製
- (B) 分裂一開始，中心粒周圍會逐漸出現紡錘絲
- (C) 分裂中，二分體排列於細胞中央
- (D) 染色體分離移至兩極後，細胞膜凹陷
- (E) 形成兩個子細胞前，細胞板形成

32. 生物的演化過程相當漫長，不易直接觀察，常需要藉由各種證據方能推論其演變的歷程。下列有關各種演化證據的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 根據化石及其所在地層，可推測古生物外形及其生活的環境
  - (B) 根據蝙蝠的飛膜與麻雀的翅膀屬於同功構造，可推測物種的親緣關係
  - (C) 根據昆蟲與爬蟲類的胚胎發育過程，可推測兩者在綱的階層具有共同祖先
  - (D) 根據化石的地理分布，可推測當時大陸板塊的位置與現今是否相同
  - (E) 根據物種之 DNA 分子核苷酸序列的相似性，可推測物種間的親緣關係之遠近
33. 某一株植物在逆境下產氧量會下降，最可能是細胞中的哪一構造受損？
- (A) 粒線體外膜
  - (B) 粒線體內膜
  - (C) 粒線體基質
  - (D) 類囊體（葉綠囊）
  - (E) 葉綠體基質

34-35 題為題組

市面上部分的清潔用品含「柔珠」成分，主打抗痘、清潔及美白等功效。柔珠為塑膠微粒，直徑多小於 1 mm。淨水廠柵網無法攔截過濾柔珠，因此這類產品被大量使用時，柔珠也悄悄隨著下水道流入大海。入海途中會吸附重金屬，而變為高毒性的微粒。由於柔珠通常難以被分解，會持久留在海裡，造成生態系的沉重負擔。如果海洋動物大量誤食，可能導致疾病或死亡。

2014 年科學家 Cózar 等人的研究結果發現，用 200 μm 的拖網在全球開放海域的輻合區探測漂浮性塑膠碎片的數量，汙染物以直徑 1~5 mm 大小的塑膠微粒為主，其中直徑 2 mm 的比例最高，且小於 1 mm 者幾乎沒有。另有研究指出，海葵誤食 5 mm 的塑膠微粒 2 小時後，就會將其排出體外；若誤食更小的微粒（例如 0.1 μm 或 9 μm），則會將其累積在體內。

國際上越來越關注這個議題，美國前總統歐巴馬於 2015 年底簽署一個法案，明定 2018 年 7 月之後，全面禁售含柔珠的個人清潔用品。我國行政院環保署也公告，2018 年 7 月起，不得製造、輸入或販賣含塑膠微粒的個人清潔用品。

34. 下列敘述何者較符合本文意涵？
- (A) 美國在 2015 年就禁止販售含柔珠的產品
  - (B) 我國為全世界第一個禁售含柔珠產品的國家
  - (C) 添加柔珠的清潔用品是海洋中最大的塑膠汙染源
  - (D) 柔珠為海洋漂浮性塑膠碎片組成的一部分
  - (E) 柔珠因生產成本低，在日用產品中被大量使用
35. Cózar 等人在開放性海域幾乎蒐集不到直徑小於 1 mm 的塑膠微粒，下列哪些選項是可能的原因？（應選 3 項）
- (A) 世界各國已經全面禁用含柔珠成分的清潔用品
  - (B) 塑膠微粒可能附著大量重金屬，沉到海底底泥中
  - (C) 直徑較小的塑膠微粒被海洋生物誤食後不容易排出
  - (D) 直徑較小的塑膠微粒已被微生物或光分解
  - (E) 採樣設備無法有效蒐集直徑較小的塑膠微粒

36. 重組 DNA 是利用人工方式將不同來源的 DNA 剪接在一起，可以利用此技術合成特定的藥物以治療疾病。下列有關此技術的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 需要載體攜帶目標基因
  - (B) 需要外加 DNA 連接酶，進行 DNA 的接合
  - (C) 需要外加 RNA 聚合酶，合成基因表現的產物
  - (D) 需要選用能抗抗生素的宿主細胞，以利篩選含重組 DNA 的細胞
  - (E) 合成的藥物都是醣類

## 第貳部分：混合題（占 56 分）

說明：本部分共有 6 題組，每一子題配分標於題末。限在標示題號作答區內作答。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

### 37-39 題為題組

國際度量衡大會考量科學的實驗結果應具有一貫性和可複製性，故制定國際單位制（SI），作為全球科學工作者採用的依據。

目前 SI 有七個「基本物理量」，例如長度、質量和時間；由基本物理量組合而成的稱為「導出物理量」，例如密度、動能。國際度量衡大會為追求長期穩定的標準，在 2019 年 5 月 20 日世界度量日正式施行重新定義後的國際單位制的基本單位，例如質量以普朗克常數定義 1 公斤。

37. 下列何者是日前國際單位制的基本物理量？（2 分）
- (A) 速度            (B) 電流            (C) 力矩            (D) 力            (E) 功
38. 下列哪些是導出物理量？（應選 2 項）（2 分）
- (A) 加速度            (B) 溫度            (C) 發光強度            (D) 物質數量            (E) 電量
39. 國際度量衡大會以普朗克常數重新定義公斤，已知普朗克常數  $h$  的單位為  $J \cdot s$ ，可寫成  $[h] = J \cdot s$ 。試推論出如何以  $[h]$ 、 $m$ 、 $s$  表示  $kg$ ？（4 分）

### 40-42 題為題組

人類的血型全部是由遺傳因子所決定，不同的遺傳因子會決定一個人紅血球細胞膜上的抗原種類。血型是以抗原做分類，常見的 ABO 型是利用 A 抗原與 B 抗原分類。而 Rh 抗原（簡稱 D 抗原）為另一種分類依據，具有 Rh 抗原者為 Rh 陽性（ $Rh^+$ ），不具有 Rh 抗原者為 Rh 陰性（ $Rh^-$ ）。Rh 陽性的基因型為  $DD$  或  $Dd$ ，Rh 陰性的基因型為  $dd$ ，其遺傳方式符合孟德爾的遺傳法則。

ABO 血型抗原的種類與存在與否，可能與某些疾病的發生有關。以瘧原蟲感染造成的瘧疾為例，目前世界上有些區域族群中的 O 型血比例較其他血型高，是什麼因素讓 O 型血在這些區域具有優勢呢？研究分析 O 型血與其他血型的人相比較，具有較佳的抗瘧疾特性，一旦感染瘧疾，存活機率較高。表 2 為不同國家或種族的 ABO 血型分布與瘧疾發生狀況。

表 2 不同國家或種族的 ABO 血型分布與瘧疾發生狀況

國家/種族	O 型血 (比例%)	非 O 型血 (比例%)	現在/曾經 是瘧疾疫區
奈及利亞東南部	87	13	是
蘇丹	62	38	是
剛果	52	48	是
中美洲；亞馬遜河流域	90	10	是
北美/印地安人	73	27	是
芬蘭	34	66	否
瑞士	40	60	否
挪威	39	61	否
葡萄牙	35	65	否
數據來自文獻《The ABO blood group system and Plasmodium falciparum malaria》			

40. 小明家中成員的 ABO 血型及 Rh 血型如表 3 所示。下列哪一選項可能是小明的血型和 Rh 基因型？（2 分）

表 3 小明家族成員的 ABO 血型與 Rh 血型資料

稱謂	祖父	祖母	外祖父	外祖母	父親	母親	妹妹
ABO 血型	A	O	AB	B	O	A	O
Rh 血型	Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>+</sup>

- (A) 血型 O 和 Rh<sup>+</sup>；DD  
 (B) 血型 A 和 Rh<sup>+</sup>；DD  
 (C) 血型 O 和 Rh<sup>+</sup>；dd  
 (D) 血型 A 和 Rh<sup>+</sup>；Dd  
 (E) 與外祖母相同
41. 下列有關 O 型血的相關敘述，何者正確？（2 分）  
 (A) 血球表面不具有醣類分子  
 (B) 血球表面不一定具有 Rh 抗原  
 (C) 瘧疾是造成基因突變產生 O 型血的主因  
 (D) O 型者在世界任何地區都較具有生存優勢  
 (E) 瘧原蟲不會感染 O 型者
42. 達爾文觀察到同一族群內的不同個體，表徵會有差異。當環境出現生存壓力或天擇的因素，將會使較佳適應者存活下來，並留下更多子代。請分析表 2 並根據上述達爾文的演化論，回答下列問題。（4 分）  
 (a) 演化上，部分國家 O 型血個體較多之最有可能的天擇因素為何？  
 (b) 請推論人類如果只有 A 型血，對人類的影響為何？

43-45題為題組

已知雙氧水（過氧化氫水溶液）在室溫下會慢慢分解成氧氣與水。某生想了解豬肝中所含過氧化氫酶，在不同情況下分解過氧化氫的反應情形，分別使用新鮮豬肝、冷凍豬肝與煮熟豬肝，進行以下實驗：

步驟 1：取 3 支 50 毫升量筒各加入 3 滴洗碗精及 10 毫升 3% 雙氧水。

步驟 2：分別加入重量及形狀相同的（a）新鮮豬肝、（b）冷凍豬肝及（c）煮熟豬肝，混合均勻。

步驟 3：測量量筒內溶液和泡泡的總體積與時間的變化關係，實驗操作示意圖如圖 15，測量結果如表 4。

步驟 4：若以點燃的線香插入量筒的泡泡中，觀察到線香燃燒的更旺盛。

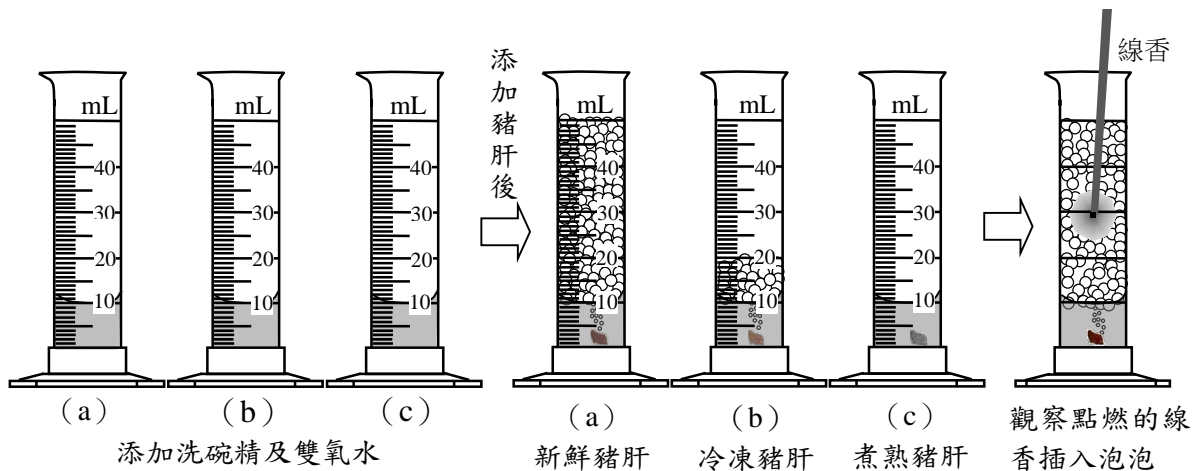


圖 15

表 4 雙氧水分解裝置量筒中溶液與產生泡泡之總體積

		時間（秒）						
		0	10	20	30	40	50	
(a) 新鮮豬肝	量筒中溶液與 泡泡總體積 (毫升)	10	20	30	40	45	50	
		10	10	10	10	15	20	
		10	10	10	10	10	10	

43. 計算 0 至 50 秒間，加入(a)新鮮豬肝催化過氧化氫分解反應的平均速率(mL/s)？  
(2 分)

- (A) 0.00            (B) 0.10            (C) 0.20            (D) 0.80            (E) 1.00

44. 下列關於本實驗的敘述，哪些選項正確？（應選 3 項）（2 分）

- (A) 煮熟的豬肝不會讓雙氧水產生氣泡，是因反應的溫度太高  
(B) 加入洗碗精的目的，可使過氧化氫的分解反應進行更快速  
(C) 線香可以燃燒更旺盛，是因反應產生的氧氣具有助燃性  
(D) 若將過氧化氫的濃度改為 5%，則可產生更多的 O<sub>2</sub>  
(E) 豬肝可使雙氧水分解，是因其具有過氧化氫酶

45. 依照表 4 的實驗結果，造成（b）冷凍豬肝及（c）煮熟豬肝催化過氧化氫分解反應差異的原因為何？（4 分）



46-48題為題組

臺灣沿海最大沙洲—外傘頂洲（圖 16），主要由濁水溪、北港溪泥沙沖積而成，現在乾潮時面積可達 1 千多公頃，滿潮時則僅剩 2 百多公頃。外傘頂洲在不同年代的位置及面積大小並不完全相同。依據○○大學水工試驗所調查資料，外傘頂洲超過平均海水位的面積，在 1999 年約有 2,888 公頃，而 2012 年僅剩 1,220 公頃。依目前沙洲面積縮減的速度，倘若沒有適當防治措施，沙洲在不久的將來可能就真的會消失了。

到底外傘頂洲為何會消失，各方說法不一，但有不少人把矛頭指向北邊新建的工業區。這座原被暱稱為「移動的國土」的沙洲，可能即將成為「消失的國土」。（文本改寫自 2013 年某媒體時事報導）

46. 如果要驗證該媒體報導所述「有人認為近年外傘頂洲面積消滅主要由北邊新建的工業區建廠造成」是否為真，下列哪兩項最適合做為對照佐證的資料？（應選 2 項）（2 分）

- (A) 臺灣各工業區面積的數據
- (B) 外傘頂洲面積隨時間變化的數據
- (C) 外傘頂洲附近產業隨時間變化的數據
- (D) 各式防治外傘頂洲被侵蝕的措施之分布位置
- (E) 各種可能會影響外傘頂洲面積事件的發生時間
- (F) 外傘頂洲上及附近居民人口數隨時間變化的數據

47. 為了讓同學更了解沙洲消滅的狀況，老師請同學自行尋找合適的衛星圖來計算沙洲面積當作一份作業。已知沙洲面積是依沙洲露出海面的部分來計算，甲生從某張衛星照片計算為 1000 公頃，而乙生用另一張衛星照片計算的結果則為 400 公頃。已確認兩人計算面積的方法及結果都是正確的，下列哪些最有可能是造成兩者結果差距如此大的原因？（應選 2 項）（2 分）

- (A) 照片解析度不同
- (B) 拍攝的年份不同
- (C) 拍攝照片的衛星軌道高度不同
- (D) 衛星偵測到的電磁波波長不同
- (E) 因潮汐造成的海平面高度不同

48. 根據報導中○○大學水工試驗所提供的資料（報導中標示底線的部分），假設外傘頂洲面積縮減速率維持不變，試畫出其面積值的變化趨勢線，用作圖法推估並標示出外傘頂洲消失（全部低於平均海水位）的年份為何？（注意事項：作答區方格紙上已畫出坐標軸，請標出兩坐標軸的單位及面積資料點的坐標，並以實線畫出趨勢線，虛線畫出推估線，留意作圖範圍勿超出方格紙）。（4 分）



圖 16

49-52題為題組

氣象衛星可以觀測雲系，是監測颱風路徑非常重要的工具。氣象衛星可以分成距地表高度約 36,000 公里的地球同步衛星，和距地表高度約 800 公里的繞極衛星兩大類，觀測波段主要有紅外線、可見光和無線電波。兩類衛星可以提供不同面向的資料，氣象局則結合衛星雲圖及測站資料，作為預報颱風路徑的重要依據。

圖 17 是中央氣象局於 2016 年 7 月 6 日針對尼伯特颱風發布的第一張颱風路徑潛勢預報圖，預報此颱風未來 5 天的路徑。圖中白色圓圈是 7 級暴風半徑；黑色線包圍的區域是隨著不同預報時間點畫出的圓形範圍的聯集，表示該時間颱風的位置有 70% 機率將落於此範圍內。

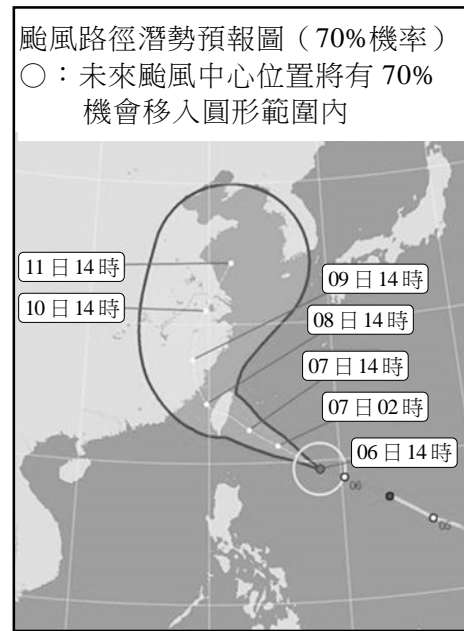


圖 17

49. 關於氣象衛星資料的運用上，下列哪些敘述是合理的？（應選 2 項）（2 分）
- (A) 繞極衛星的軌道較低，拍攝的雲圖解析度較高，能追蹤颱風雲系逐時變化
  - (B) 地球同步衛星的公轉週期與地球自轉週期相同，可持續拍攝地表定點，追蹤颱風雲系逐時變化
  - (C) 利用衛星監測颱風移動路徑，僅由其移動的方向和速率，便可推算颱風未來移動的方向和速率
  - (D) 氣象衛星觀測的波段，波長由長到短依序為：無線電波→紅外線→可見光
  - (E) 氣象衛星無法提供晚上可見光波段的雲圖，是因為衛星晚上沒有太陽能提供動力，須暫停運行
50. 氣象局 7 月 6 日預報尼伯特颱風登陸位置 70% 的機率範圍涵蓋了臺灣全島，如圖 17。推測過 1 天後再發布的颱風路徑潛勢預報圖中，颱風登陸臺灣位置 70% 機率涵蓋的範圍應如何變化？如果颱風路徑預報不確定性愈小時，其 70% 機率涵蓋的範圍又將如何改變？（應選 2 項，A 至 C 選 1 項、D 至 F 選 1 項）（2 分）

1 日後再發布登陸位置的預報，其 70% 機率涵蓋的範圍
(A) 變大
(B) 變小
(C) 沒有差異

預報不確定性愈小時，其 70% 機率涵蓋的範圍
(D) 愈大
(E) 愈小
(F) 沒有差異

51. 尼伯特颱風於 7 月 8 日凌晨登陸臺東縣，從衛星雲圖可以看出該颱風有非常明顯的颱風眼，但因圖片解析度不足，無法從雲圖直接判斷精確的登陸時間及地點，須以氣象測站的觀測資料輔助。臺東測站座落於臺東市，其 2016 年 7 月 7 日至 9 日的氣壓、氣溫、露點（3 者皆以折線表示）與時雨量（直條圖）隨時間變化的紀錄如圖 18，請依紀錄資料回答下方表格的問題。（4 分）

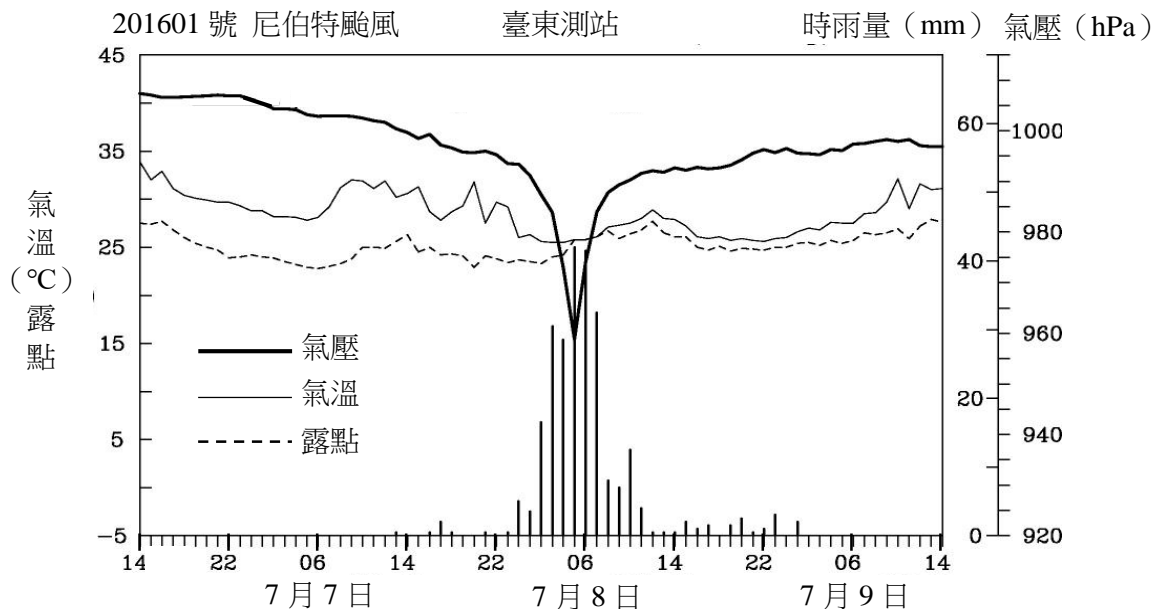


圖 18

(a)	經研判，尼伯特颱風中心最接近或通過臺東測站的時刻是在 7 月 8 日 5 時，哪一項資料是最關鍵的判斷依據？（限填 1 項）	
(b)	颱風中心是否通過臺東測站？ （右側方框擇 1 勾選，否則不予計分）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	做出上述答案的判斷依據為何？ （限 30 字以內）	

52. 今有一離地高度為 800 公里高的繞極衛星，試利用題幹中同步衛星的軌道高度並取其週期為 24 小時，設地球半徑為 6,400 公里，試推導出此繞極衛星的週期  $T$  應為多少小時？（請以  $T = 24 \times \left(\frac{a}{b}\right)^c$  的形式表示，須有列式過程。）（4 分）

53-56題為題組

科技的進步，大幅改善人類的的生活。由於地球的資源有限，人類如何生活才能永續發展成為重要課題。當今全球共同的問題包括：維護環境、開發能源與能源的有效利用。

在開發能源方面，各國努力尋找再生能源，例如：生質能。許多國家主要是以甘蔗、玉米等糧食作物為原料，獲得蔗糖和澱粉以提煉並生產生質酒精。此技術雖已成熟，但總有不經濟、不環保，以及爭奪糧食的質疑。

近年來，各國科學家積極利用農業廢棄物如玉米稈及稻稈中的纖維素、半纖維素等成分，提煉出木糖或葡萄糖，經純化過程，皆可製成純度相當高的生質酒精。在提煉生質酒精的過程中，細胞壁中的木質素會降低纖維素的分離效率。目前以基因轉殖技術增加纖維素產量或提高纖維素利用效率，可以改善這個問題。

根據已習得的知識與上文回答下列問題：

53. 下列有關利用植物做為原料製成生質酒精的敘述，哪些正確？（應選 3 項）（2 分）

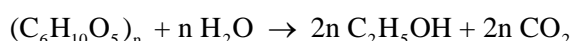
- (A) 目前人類已可從甘蔗、玉米中的蔗糖和澱粉，成功製成酒精
- (B) 利用玉米稈、稻稈等農業廢棄物中的半纖維素、纖維素均可製成酒精
- (C) 甘蔗、玉米的蔗糖和澱粉與水稻莖稈中的纖維素均存在於細胞壁中
- (D) 甘蔗、玉米的蔗糖和澱粉與水稻莖稈中的纖維素均存在於液泡
- (E) 蔗糖、葡萄糖的分子量均較纖維素的分子量為小

54. 使用「生質能」，將有可能減緩下列哪些環境問題？（應選 2 項）（2 分）

- (A) 可減少燃煤的使用，以降低酸雨的發生
- (B) 減少氮、磷排放，以減緩水質優養化
- (C) 降低鎂、鈣離子的排放，以軟化硬水
- (D) 生質酒精作為汽車燃料的使用時，不會產生溫室效應氣體的排放
- (E) 生質能使用時，所排放的二氧化碳不會超過植物生長時所吸收的量，故可減緩全球增溫的效應

55. 利用基因轉殖技術可以改善提煉生質酒精過程的問題。如果要增加纖維素的產量，基因轉殖的目標生物為何？如果選擇纖維素分解酵素的基因作為目標基因，請問可以達到何種改善的效果？（4 分）

56. 已知纖維素  $(C_6H_{10}O_5)_n$  的分子量為 162 的正整數倍，可以用  $162n$  (g/mol) 來表示，而經相關程序製成酒精可用下列反應式表示：



今取纖維素 1.62 克，溶於水後，加微生物使其發酵。假設只考慮纖維素變為酒精的發酵，且纖維素的發酵只完成 50%，則在此發酵過程中，所產生的酒精共有多少莫耳？（4 分）