

新竹區高級中等學校

110 學年度學科能力測驗聯合模擬考試

自然考科

—作答注意事項—

考試範圍：物理(全)、化學(全)、生物(全)、地球科學(全)〔含探究與實作〕

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）。
- 除題目另有規定外，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）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響成績並損及權益。
- 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、未作答或劃記多於一個選項者，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。

祝考試順利



99362304-30

版權所有 · 翻印必究

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. 如圖 1，某生根據細胞內構造的相似與相異處進行比較，下列敘述何者正確？

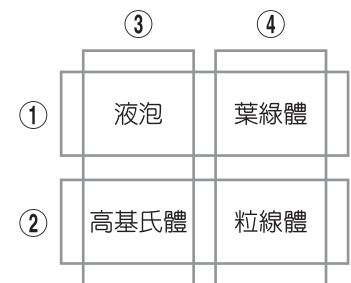


圖 1

- (A) ①與②的差異可能為是否含有膜狀結構
- (B) ①與②的差異可能為是否含有核酸分子
- (C) 此細胞來源可能來自於洋蔥的表皮細胞
- (D) ③與④的差異可能為單層膜或雙層膜胞器
- (E) 若此為原核細胞，③與④可區隔為古細菌或真細菌

2. 在一雙股 DNA 分子中，含氮鹼基總數量為 x ，其中腺嘌呤數量為 y ，則以下關係式何者正確？

- ① 五碳醣總數量為 x
- ② 含氮鹼基之間的氫鍵總數為 $\frac{3x-2y}{2}$
- ③ 單股中「腺嘌呤+胸腺嘧啶」的數量為 y
- ④ 鳥糞嘌呤的總數量為 $x-y$

- (A) ①②③④
- (B) ②③④
- (C) ③④
- (D) ①②③
- (E) ①③④

3. 溴瑞香草溶液（簡稱 BTB 試劑）是一種酸鹼指示劑，變色範圍約 pH 6.0（黃色）~pH 7.6（藍色），加於純水中會呈現淡藍色，當水溶液中溶有 CO_2 後，由於會形成碳酸（一種弱酸），因此 pH 值會略降，使得 BTB 水溶液由藍色轉變為綠色，再轉變成黃色。某生想要探究酵母菌的生理活動，參考圖 2 的裝置進行了相關實驗，其中試管 1~4 皆為加入 BTB 試劑的水溶液，試管甲、乙裝有相同的含糖酵母菌液，且乙試管另插有一支與外界相通的玻璃管，請問此組裝置可用於探究下列哪些問題？

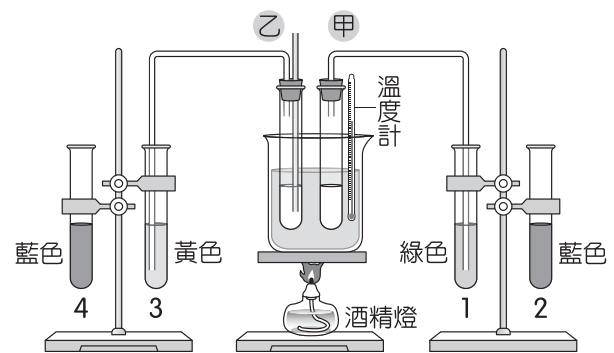


圖 2

（應選 3 項）

- (A) 酵母菌在有氧環境與缺氧環境下皆會進行出芽生殖嗎
- (B) 酵母菌進行呼吸作用的最適溫度為何
- (C) 酵母菌進行有氧呼吸和發酵作用都能產生 CO_2 嗎
- (D) 如何鑑定酵母菌在發酵作用中產生乙酸
- (E) 如何鑑定酵母菌在發酵作用中產生乳酸

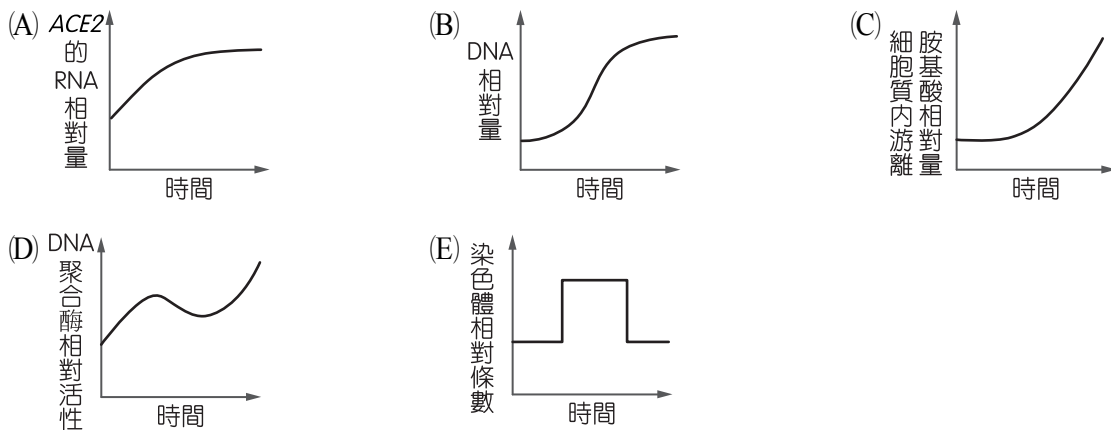
4.、5. 題為題組

近年各國飽受傳染性疾病 COVID-19 的肆虐，其病原體為一種稱為 SARS-CoV-2 的 RNA 套膜病毒，可與人體細胞上的膜蛋白 ACE2 結合，進一步被細胞內吞並在細胞內增殖。研究顯示，肺部細胞的 ACE2 表現量較其他細胞高，男性的 ACE2 表現量也較女性高，這或許可以解釋在疫情中，何以男性病患較女性病患多，且多有肺部受侵害的現象。值得注意的是，相較於發燒、疲倦等病徵，患者普遍有嗅覺喪失的情況，然而嗅覺神經元並未表現 ACE2，因此 SARS-CoV-2 引發嗅覺異常的機制還有待釐清。

4. 根據上文與所學，以下推論何者正確？

- (A) 以適當技術分解 SARS-CoV-2，有機會得到磷脂與胸腺嘧啶
- (B) 肺部不具有皮膜屏障，因此容易受到 SARS-CoV-2 的侵害
- (C) 限制酶可辨識特定 RNA 序列，並限制 SARS-CoV-2 的感染
- (D) 肺部細胞的 DNA 含有 ACE2 基因，嗅覺神經元無此基因
- (E) COVID-19 的疫苗預防原理是利用人體免疫細胞的記憶性

5. 在 ACE2 基因表現過程中，肺部細胞內各物質含量與活性的變化，最有可能是下列何者？



6. 科學的進展仰賴前人的研究成果累積，請判斷下列甲～己敘述分別為哪一位科學家的主要貢獻？

- 甲、新細胞由原已存在的細胞經分裂而產生
- 乙、將控制性狀的遺傳因子稱為基因
- 丙、以果蠅為實驗材料，發現了性聯遺傳的現象
- 丁、增加真菌界（菌物界），分類系統增為「五界」
- 戊、將原核生物界細分為真細菌界與古細菌界
- 己、以甲蟲為材料，發現性染色體與性別之間的關係

選 項	甲	乙	丙	丁	戊	己
(A)	魏修	華生	孟德爾	達爾文	摩根	弗蘭克林
(B)	許旺	摩根	摩根	林奈	達爾文	孟德爾
(C)	魏修	約翰森	摩根	懷塔克	渥易斯	史蒂文斯
(D)	魏修	孟德爾	薩登	懷塔克	拉馬克	史蒂文斯
(E)	雷文霍克	約翰森	孟德爾	布豐	渥易斯	摩根

7. 人類有多種血型系統，除了一般熟知的 ABO 血型以外，MN 血型和 Rh 血型亦為其中的兩種。MN 血型由第 4 號染色體上的一對等位基因 I^M 、 I^N 控制，M 血型的基因型為 $I^M I^M$ ，N 血型的基因型為 $I^N I^N$ ，MN 血型的基因型為 $I^M I^N$ ，會表現出 M、N 兩種等位基因的顯性表徵。Rh 血型由第 1 號染色體上的一對等位基因 I^R 、 I^r 控制， $I^R I^R$ 或 $I^R I^r$ 表現為 Rh 血型陽性， $I^r I^r$ 表現為 Rh 血型陰性。若某對夫妻的血型均為 MN 型、Rh 陽性，且已生出一個血型為 MN 型、Rh 陰性的兒子，根據上述判斷以下哪些正確？（應選 2 項）
- (A) MN 血型與 Rh 血型的遺傳遵循獨立分配律（自由配合律）
(B) MN 血型的遺傳模式屬於中間型遺傳
(C) 人類 MN 與 Rh 血型的遺傳屬於多基因遺傳
(D) 此夫妻下一胎生出血型為 MN 型、Rh 陰性的女兒之機率是 $\frac{1}{16}$
(E) 此夫妻下一胎生出血型為 MM 型、Rh 陽性的兒子之機率是 $\frac{3}{16}$
8. 在南美洲厄瓜多安地斯山區，有一種以花蜜為食的蝙蝠——長舌蝠（*Anoura fistulata*），其舌長 8.5 公分，近身長長的 1.5 倍。只有長舌蝠能從長筒花（*Achimenes longiflora*）狹長的花冠筒底部取食花蜜（圖 3），且為該植物唯一的授粉者。根據上述，以下關於長舌蝠與長筒花的推論哪些正確？（應選 3 項）

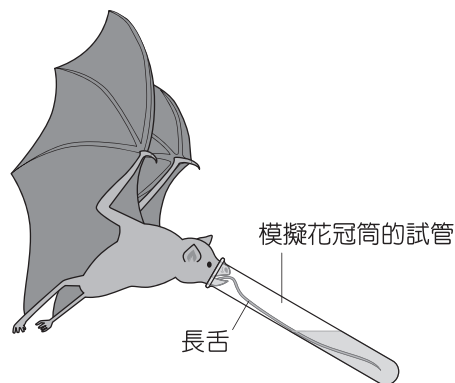


圖 3

- (A) 兩者相互適應，共同演化
(B) 兩者獨立演化，互不影響
(C) 長筒花的花冠筒是天擇的結果
(D) 長筒花可在沒有長舌蝠的地方繁衍子代
(E) 長舌蝠的長舌可以避開與其他蝙蝠的競爭
9. 下列實驗步驟與原理，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 在複式顯微鏡下觀察到的細胞質液為逆時針流動，則實際為順時針流動
(B) 若目鏡測微器 20 小格相當於載物臺測微器 5 小格，測得水蚤寬度占目鏡測微器 8 小格，則水蚤寬度為 $320 \mu\text{m}$
(C) 觀察洋蔥根尖的細胞，可發現大部分的細胞處於間期
(D) 在 DNA 粗萃取實驗中，使用冰酒精可抑制蛋白酶的活性，以利 DNA 析出
(E) 使用顯微鏡時，當從 4X 物鏡轉換到 10X 物鏡，將光圈放大可有利於觀察

10. 18 世紀中葉後，隨工業時代的發展，科學的理論與實驗有了重大的進展。下列有關近代化學基本定律與原子說的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 拉瓦節由實驗結果，推廣量化的描述方式，提出了質量守恆定律
 - (B) 普魯斯特歸納實驗結果，提出定比定律；定比定律的內容是一化合物無論來源為何，組成的元素間，其質量恆為簡單整數比
 - (C) 道耳頓的原子說可以解釋質量守恆定律、定比定律、倍比定律
 - (D) O_2 、 O_3 可用以說明倍比定律
 - (E) 道耳頓提出原子說時，同時預測原子可再分割成更基本的粒子，如電子、質子及中子

11.~13. 題為題組

元素週期表是現代化學的核心組織原則，元素按原子序大小排列後，可顯現出「族」的概念和各族間的趨勢變化。週期表前三週期的最後元素分別為氦、氖、氬，而其對應原子序為 2、10、18。試配合圖 4 的週期表，回答下列問題：

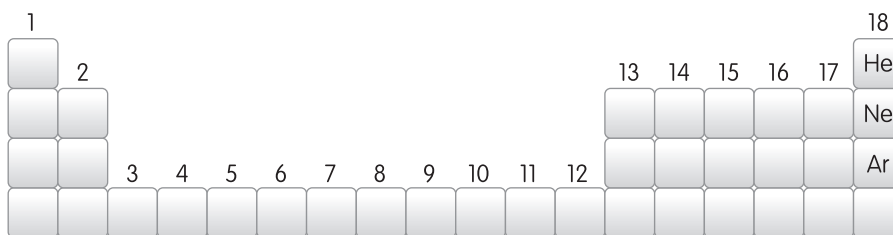


圖 4

11. 已知某元素 W 為週期表前三週期元素，且可與氧形成多種氧化物，W 元素在兩種氧化物中的質量百分比分別為 40% 與 50%，則 W 的原子量最可能為何？（原子量：O=16）
- (A) 8
 - (B) 12
 - (C) 16
 - (D) 27
 - (E) 32
12. X 為週期表第二週期的元素，其氧化物甲的路易斯結構為 $\ddot{O}=X=\ddot{O}$ 。下列有關 X 與甲的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) X 的電子排列為 2,2
 - (B) X 為鉍
 - (C) 甲為離子化合物，水溶液可以導電
 - (D) 甲為溫室氣體
 - (E) X 在自然界中有同素異形體存在
13. 承第 12. 題，除上述 W、X 元素外，另有 Y、Z、T、Q 元素，其相關敘述如下：Y 和 Z 均為第二週期的元素，其價電子數分別為 5 和 7；T、Q 均為第三週期的元素，Q 的價電子數為 T 的 2 倍，且為重要的半導體材料。有關上述 W、X、Y、Z、T、Q 共六種元素與相關化合物的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) Y 為氮元素，其所有氧化物都不符合八隅體
 - (B) Z 為氟元素，易形成 -1 價離子
 - (C) T 為鋁元素，可與強鹼反應產生氫氣
 - (D) Q 為矽元素，其氧化物為網狀固體
 - (E) 原子半徑大小：X>Y>Z

14. 純物質在不同的溫度、壓力下，可能呈現不同的狀態；因此可利用相圖了解純物質如何受溫度與壓力的影響而改變其狀態，圖 5、圖 6 分別為水與二氧化碳的相圖，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

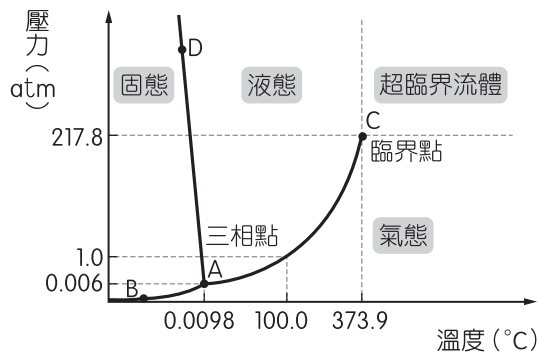


圖 5

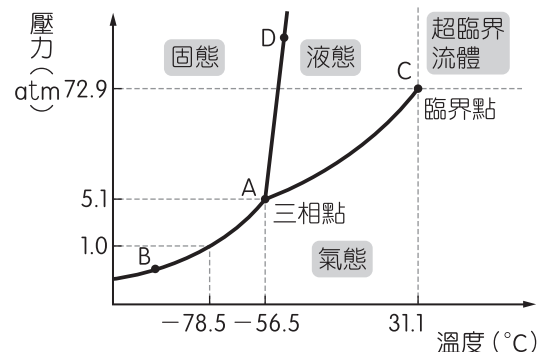


圖 6

- (A) 壓力愈大時，水的凝固點（冰的熔點）、沸點皆愈高
(B) 常壓下，將乾冰置於室溫，可觀察到乾冰融化成液態
(C) 25 °C 時，降低壓力，可能觀察到水的沸騰現象
(D) 在冰塊上方施壓，冰塊可能會融化
(E) 在 35 °C 時，施加 73 atm 的壓力，二氧化碳會成為超臨界流體，可用於萃取食品中咖啡因
15. 定溫下，定量溶劑所能溶解的溶質質量已達最大量之溶液，稱為飽和溶液。飽和溶液的濃度稱為溶解度。30 °C 時，某燒杯中置有 100 克硝酸鉀溶液，其濃度未知；當蒸發 20 克水時可析出 2 克溶質；蒸發 30 克水時可析出 6 克溶質。則在 30 °C 時，硝酸鉀的溶解度為多少克 / 100 克水？
(A) 16
(B) 20
(C) 30
(D) 40
(E) 60
16. 蝶豆花是一種熱帶植物，花朵鮮豔的藍色來自多種花青素，當藍色花朵放入溫熱水後，就會溶出色素而形成漂亮的藍紫色，可作為天然食用色素使用，也可作為酸鹼指示劑，其在酸中呈現紫紅色，鹼中呈現綠色，因此，可利用家裡的食材、調味料等，做出漸層的飲料。若想要蝶豆花汁呈現綠色，可使用下列何種物質？
(A) 檸檬汁
(B) 白砂糖
(C) 牛奶
(D) 食鹽
(E) 小蘇打粉

17. 天然油脂為 3 分子脂肪酸與 1 分子甘油酯化而形成的脂肪酸甘油酯。其中植物性油脂含有較多的不飽和脂肪，多呈液態，俗稱為油。而將油脂與氫氧化鈉混合反應生成長鏈脂肪酸鈉鹽（肥皂）的過程，稱為皂化，使原本油膩的物質搖身一變成為可洗滌油污的清潔用品。肥皂是人類很早就使用的界面活性劑，所謂界面活性劑指的就是能降低兩液體間或液體和固體間表面張力的物質。界面活性劑可以使原本互不相溶的界面拉在一起，配合搓洗攪動，將大油污乳化後，再沖洗清除。下列有關油脂、肥皂及界面活性劑的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 可以用汽油與氫氧化鈉反應，製造肥皂
 - (B) 十八酸（ $C_{17}H_{35}COOH$ ）與氫氧化鈉反應，可以製成肥皂
 - (C) 界面活性劑的長鏈端為親油端
 - (D) 肥皂屬於陽離子型界面活性劑
 - (E) 界面活性劑的親水基團必帶電
18. 氮氧化物（包括 NO 、 N_2O 、 NO_2 等）是主要的大氣污染物之一，下列有關氮氧化物之敘述，何者正確？
- (A) NO_2 為紅棕色氣體，遇水形成酸性物質
 - (B) NO 之電子點式表示法，氮和氧可同時符合八隅體之電子排列
 - (C) 光化學煙霧中常含有氮氧化物，大部分是由汽、機車內燃機所使用的汽油燃燒不完全所產生的
 - (D) 目前環保署針對固定污染源空氣污染物排放標準，氮氧化物（ NO_x ） ≤ 100 ppm，即為每升空氣中氮氧化物（ NO_x ）不得超過 100 毫克
 - (E) 汽、機車排氣管所安裝的觸媒轉化器是要將氮氧化物氧化為 N_2
19. 媿媿與家人到牛排店點了特選沙朗牛排，菜單註記分量為 10 盎司，因此媿媿回到家裡查了資料，得知盎司作為質量的單位時，1 盎司約為 28.3 克，若使用國際單位制的 7 個基本單位，則沙朗牛排註記的 10 盎司該如何表示？
- (A) 283 克
 - (B) 283 克重
 - (C) 0.283 公斤
 - (D) 0.283 公斤重
 - (E) 2.77 牛頓
20. 有關原子與原子內部結構的發展，下列敘述何者正確？
- (A) 道耳頓利用電子顯微鏡觀察到原子，提出了原子論
 - (B) 湯姆森實驗發現電子的荷質比與陰極射線管（氣體放電管）內的氣體種類有關
 - (C) 拉塞福用 α 粒子撞擊金箔，發現大部分的 α 粒子筆直通過
 - (D) 查兌克利用電場與磁場讓中子偏轉，計算中子的質量
 - (E) 波耳提出的原子模型，成功地解釋了不同原子的能階分布

21. 阿彥利用雷射筆操作雙狹縫干涉的實驗，過程中他更換不同狹縫的間距 d 、雷射光的波長 λ 、狹縫與雷射光的距離 L_1 、狹縫至屏幕的距離 L_2 ，實驗的結果如表 1 所示，下列選項的推論何者正確？

表 1

	d (mm)	λ (nm)	L_1 (cm)	L_2 (cm)	亮紋中線間距 (cm)
實驗 1	0.1	520	2.00	150.00	0.80
實驗 2	0.2	520	2.00	150.00	0.40
實驗 3	0.1	650	2.00	150.00	1.00
實驗 4	0.1	650	3.00	180.00	1.20

- (A) 從實驗 1 與實驗 2 的數據可知亮紋中線間距與 d 成正比
 (B) 從實驗 2 與實驗 3 的數據可知亮紋中線間距與 λ 成正比
 (C) 從實驗 3 與實驗 4 的數據可知亮紋中線間距與 L_2 成正比
 (D) 從實驗 1 與實驗 3 的數據可知亮紋中線間距與 λ 成正比
 (E) 可推論選擇較長的波長與較大的狹縫間距，可讓亮紋中線間距增加
22. 柏翰在觀察水波折射時拍攝了一張照片，示意圖如圖 7 所示，但當下只記錄了水波是從深水區進入淺水區，沒有記錄波行進的方向。已知深水區的水波波速較淺水區快，若柏翰在筆記本上想增加記錄入射波行進的方向，試問此方向比較接近下列何者？

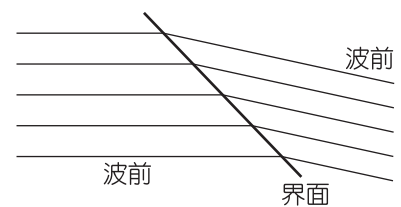


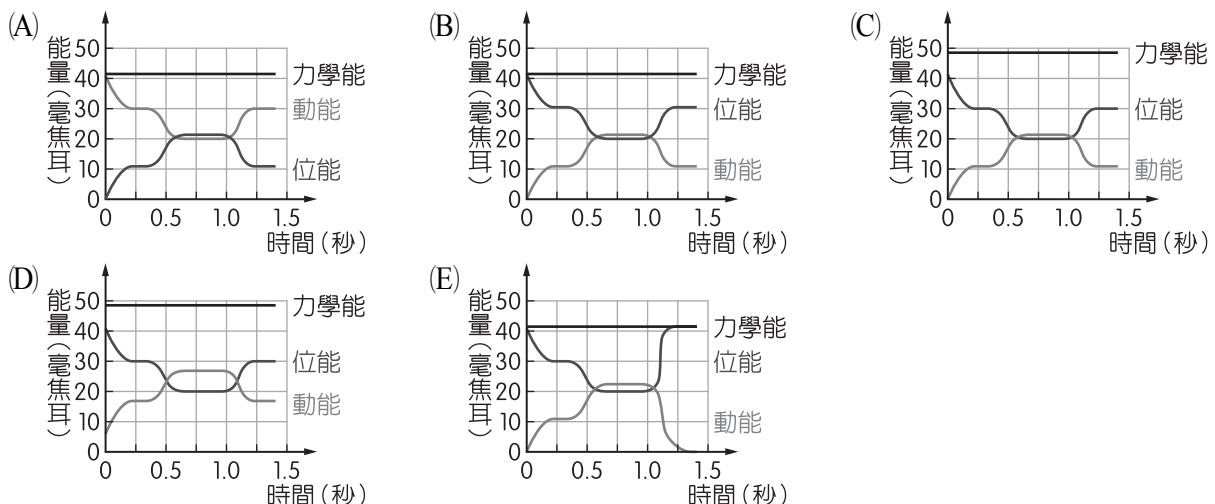
圖 7

- (A) \uparrow (B) \downarrow (C) \rightarrow (D) \nwarrow (E) \nearrow

23. 實驗室有個光滑軌道，如圖 8 所示，小球可從 p 點滑下，於 A、C 區間往下滑，E 區間是往上滑，B、D、F 區間則是水平的軌道，並令 D 區間的重力位能為零。達達想利用影像追蹤軟體分析小球在此軌道運動時的能量，原本在 p 點的小球受到電磁鐵吸引，假設 $t=0$ 時電磁鐵的電源突然關閉，小球開始運動，若不考慮摩擦力的情況，則小球的動能、位能、力學能與時間的關係最接近哪個關係圖？



圖 8



24. 阿侯的質量 m 為 60 公斤，若將他從地面抬升 R （地球半徑）的高度，至少需要作功

$$W = \frac{GMm}{2R}$$

，其中重力常數 G 約為 6.67×10^{-11} 牛頓·公尺² / 公斤²、地球質量 M 約為 6×10^{24}

公斤。此作功 W 約為多少度電（千瓦小時）的能量？（提示：地球半徑 R 約為 6400 公里，重力加速度 $g = 9.8$ 公尺 / 秒²）

- (A) 50 (B) 500 (C) 5000 (D) 50000 (E) 500000

25. 電偶極是一對帶電量相同，但正負電相反的電荷，在空間中電力線的分布如圖 9 所示， a 點與 b 點為在 y 軸上的位置，而 c 點與 d 點分別在 x 軸上下對稱的位置，試著用法拉第提出的電力線概念分析電場的量值與方向，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

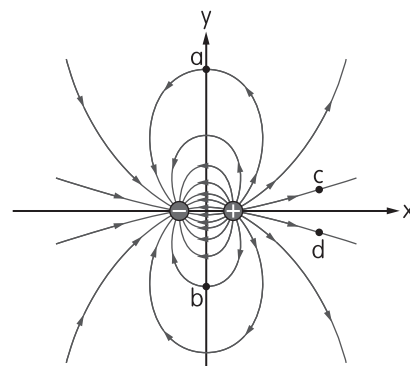


圖 9

- (A) a 點的電場量值大於 b 點的電場量值
(B) c 點與 d 點的電場量值相等
(C) 若電子在 a 點的位置，則受力向右
(D) 若將這兩個電荷位置互換，則電力線不變
(E) 此電力線與磁力線相同，皆為封閉的曲線

26. 一顆行星繞著太陽作圓周運動，如圖 10 中的軌道甲，而另一顆彗星繞太陽則是以橢圓軌道運動，如軌道乙， a 的位置在軌道甲的任意位置， b 的位置則是在甲、乙軌道相交的地方， c 與 d 位置則是在軌道乙的近日點與遠日點。已知軌道乙的平均軌道半徑大於軌道甲的半徑，不考慮行星與彗星間的作用，試問下列位置與軌道的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

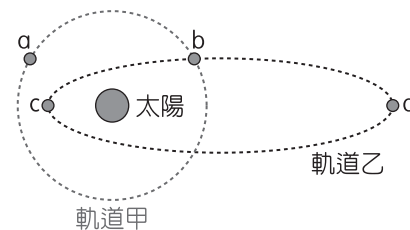


圖 10

- (A) 行星在 a 與 b 兩位置所受的萬有引力量值相等
(B) 行星與彗星在 b 位置的面積速率相同
(C) 行星與彗星在 b 位置所受的萬有引力方向不相同
(D) cd 位置的連線距離為乙軌道平均軌道半徑的兩倍
(E) 行星在軌道甲繞一圈的時間，大於彗星在軌道乙繞一圈的時間

27. 機場的輸送帶可讓旅客們的行李，按照不同的航班分類至指定的位置，假設有個質量為 m 的行李與輸送帶一同等速沿著斜面向上運動，如圖 11 所示，有關此過程的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

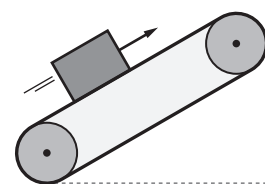


圖 11

- (A) 上升過程，行李所受合力沿著斜面向上
(B) 上升過程，行李受重力、正向力與動摩擦力作用
(C) 上升過程，行李受摩擦力的方向沿著斜面向上
(D) 由於行李作等速運動，因此摩擦力為零
(E) 若行李往上抬升 h 的高度，則重力位能增加 mgh ， g 為重力加速度

28. 太陽黑子的活動周期約為 11 年（圖 12），2019 年處於太陽黑子活動的空隙期，該年內共有 288 天沒有出現太陽黑子。2019 年底連續 40 天沒出現黑子之後，在 12 月 25 日太陽南半球出現兩個新的太陽黑子，預示著下一個太陽黑子活動周期的到來，預計會在 2025 年 7 月達到頂峰。已知黑子數量會影響太陽風強度，太陽風撞擊地球大氣產生極光，考慮極光的觀測時機，欲前往北半球阿拉斯加觀賞壯觀的極光，下列哪個時段最適合？

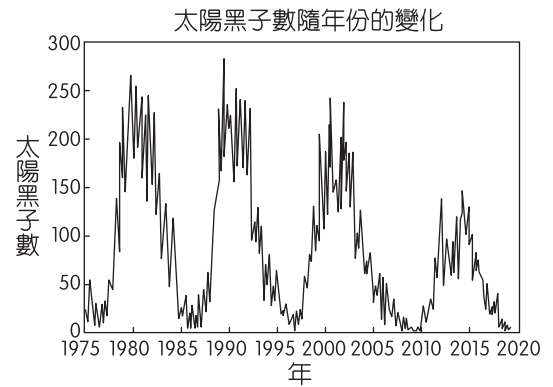


圖 12

- (A) 2020 年 1 月
- (B) 2020 年 7 月
- (C) 2022 年 12 月
- (D) 2025 年 2 月
- (E) 2025 年 7 月

29. 2018 年 12 月 22 日晚上 9 時 27 分印尼發生海嘯，火山位置及海嘯傳播示意如圖 13 所示，2 公尺以上的巨浪撲向印尼巽他海峽沿岸地區，造成重大人員傷亡。因為時值當月大潮，印尼政府一度以為只是大潮現象；而且事前未發生地震，因此很難預測會引發海嘯，導致誤判海嘯警訊，未發布任何警告。地質局當時偵測到火山爆發，24 分鐘後就發生海嘯，故這起海嘯可能與位於巽他海峽旁的喀拉喀托火山爆發有關，由火山周邊碎屑物崩塌入海中所引起。海嘯主要原因來自地震，火山引發的海嘯較為罕見，密西根大學地震地質學家范德普京認為，火山部分崩塌物滑入海中有可能引發海嘯；火山學家菲尼克斯也指出，因火山部分位於海底，也可能引發海底地滑，造成土石移動時把水推開，進而引發海嘯。讀完以上文章，關於印尼一連串天然災害的機制或成因，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



圖 13

火山引發的海嘯較為罕見，密西根大學地震地質學家范德普京認為，火山部分崩塌物滑入海中有可能引發海嘯；火山學家菲尼克斯也指出，因火山部分位於海底，也可能引發海底地滑，造成土石移動時把水推開，進而引發海嘯。讀完以上文章，關於印尼一連串天然災害的機制或成因，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 從該火山的位置判斷，此處最可能是中洋脊
- (B) 海嘯發生當日，月相最可能為上弦月
- (C) 若此地滿潮時刻和月球仰角最大時刻一致，海嘯發生時應為漲潮
- (D) 海嘯傳到岸邊，水深減少，波高增加
- (E) 除了海底火山爆發，強烈颱風或海底地震皆是引起海嘯的主要原因

30. 由臺灣板塊運動的過程判斷，呂宋島弧主要的岩石種類和臺灣哪個地方的地表組成相近？

- (A) 阿里山山脈
- (B) 澎湖群島
- (C) 海岸山脈
- (D) 金門
- (E) 林口台地

31. 由於地球自轉及地軸傾斜，太陽周日運動的軌跡和觀察者所在的緯度有關，日出、日落的方位與正午時刻竿影的指向也隨著周日運動的軌跡而不同。某地夏至時的正午竿影指向南方，秋分時的正午竿影指向北方，則此地最可能位於以下哪個緯度？
(A)北緯 10 度 (B)北緯 30 度 (C)赤道 (D)南緯 10 度 (E)南緯 30 度
32. 若地軸傾斜角度增為 24.5 度，自轉週期與繞太陽公轉等其他天文相關條件不變，則會發生以下哪些變化？（應選 2 項）
(A)極區更利於融冰，對海岸變遷造成的影響是海平面上升
(B)地球平均溫度上升，溫鹽環流流速減弱
(C)地球上觀測的恆星視星等會明顯不同
(D)地球上同一地點，觀察者連續 2 次對準遠方同一恆星的時間間隔會改變
(E)地球上觀測的遠方星系彼此之相對位置會明顯不同

33. 圖 14 為某地露出未倒轉的部分地質剖面圖，圖中可以看出岩層 B、C 交界的侵蝕面，岩層 A、B、C 皆為沉積岩，岩脈和岩層 A、B、C 交界附近，出現因為高溫接觸而變質的礦物。根據這些線索，請選出地質事件由先而後的合理發生順序：

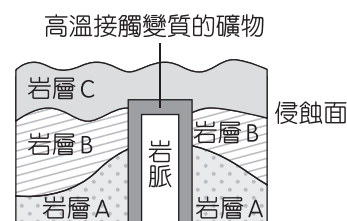


圖 14

- 甲、沉積岩層 A
乙、沉積岩層 B
丙、沉積岩層 C
丁、形成侵蝕面
戊、岩脈入侵

- (A)甲乙丙丁戊 (B)甲乙丁丙戊 (C)甲乙丁戊丙 (D)戊甲乙丁丙 (E)甲戊乙丁丙

34. 2020 年開始，COVID-19 疫情席捲全球，各國紛紛祭出封城等限制措施，限制人員的流動，使得國內外交通運輸量大幅降低，於是減少了石油的需求，其中道路運輸活動的下降就貢獻了一半的削減，而航空業的下滑約占 35%。國際能源署（IEA）整理 2019 年的統計數據，發現 2020 年初級能源需求下降近 4%，促使全球與能源相關的二氧化碳排放量下跌 5.8%，大減近 20 億噸，是二次世界大戰以來單年最大跌幅。儘管去年疫情大流行減少了電力需求，再生能源還是在 2020 年快速發展，圖 15 是近十年來各種發電能源的使用百分比，再生能源在全球發電中的比例從 2019 年的 27% 上升到 2020 年的 29%，也是有史以來最大的年度增長。根據文章內容，請選出正確的敘述有哪些？（應選 3 項）

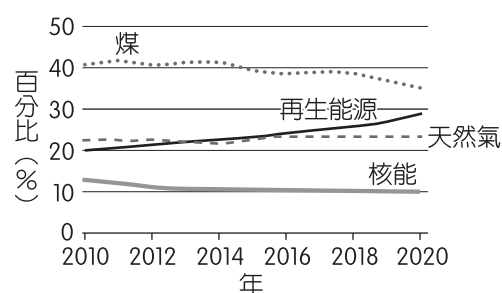


圖 15

根據文章內容，請選出正確的敘述有哪些？（應選 3 項）

- (A)若大氣中二氧化碳含量持續下降，其他條件不變，溫室效應會減緩
(B) 2020 年碳排放量減少 5.8%，會導致全球平均溫度下降 5.8%
(C) 2018~2020 年使用再生能源的增加百分比和使用煤的下降百分比大約相同
(D) 2020 年煤的使用比例約占圖中非再生發電能源的 35%
(E)除了疫情因素，再生能源使用比例增加也可能導致煤的使用比例減少

35. 水氣是否充足、天氣系統的發展是否利於抬升或對流與風向是否配合地形等，都是影響降水的因素。今年臺灣普遍乾旱，即使進入 5 月中旬的梅雨季，仍然久旱不雨，全國進入節水、規劃鑿井等戒備狀態。圖 16 為 110 年 5 月 10 日的地面天氣圖，當天臺灣沒有降水，請從此圖判斷，關於 5 月 10 日沒有降水的原因，下列何者錯誤？

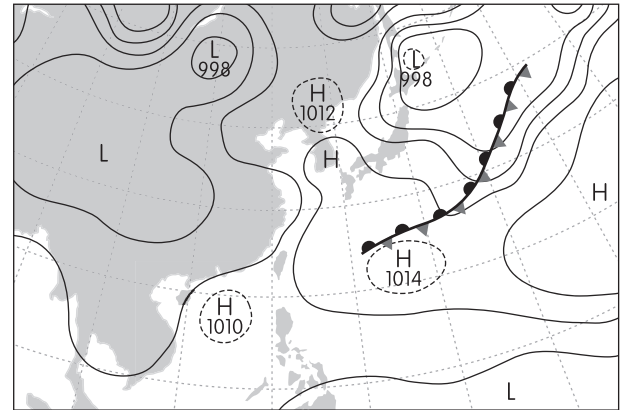


圖 16

- (A) 滯留鋒面沒有通過臺灣
- (B) 臺灣地區風向偏南風，和山脈走向平行，不利空氣抬升
- (C) 位於南海高氣壓系統的環流，阻斷了來自西南季風的水氣
- (D) 地表溫度夠高，但水氣供應不足，空氣難對流
- (E) 太平洋副熱帶高壓延伸到南海，不利空氣抬升

36. 圖 17 與圖 18 分別為 2015 年蘇迪勒颱風路徑圖及登陸前的氣流場圖，該颱風橫掃全臺，留下重創傷痕。專家認為氣候變遷是主要原因，使得海溫上升提供更多能量，加上聖嬰現象影響，太平洋暖區東移，颱風有足夠時間累積水氣，強度自然增加不少。但是蘇迪勒颱風在分類上是中度颱風，登陸時觀測到的雨勢和風力，遠比一強颱登陸時還要強，許多觀測站都記錄到 50 公尺 / 秒左右的強勁風速。請參考附圖判斷，下列哪些敘述是蘇迪勒颱風登陸時全臺強風勁雨的原因？（應選 3 項）

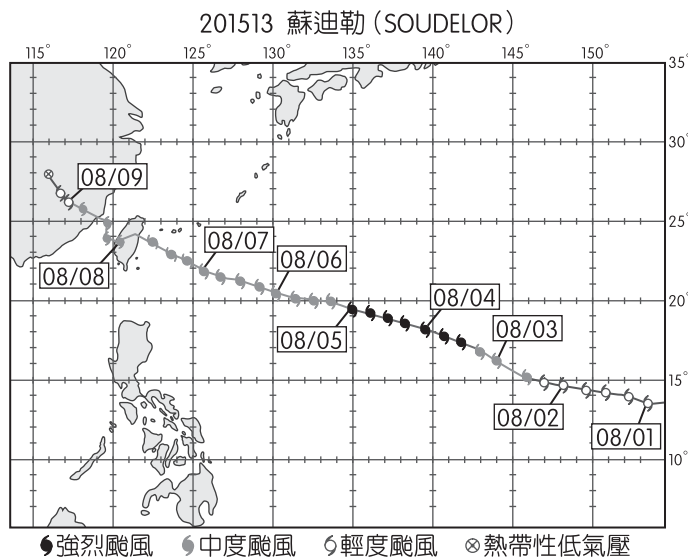


圖 17

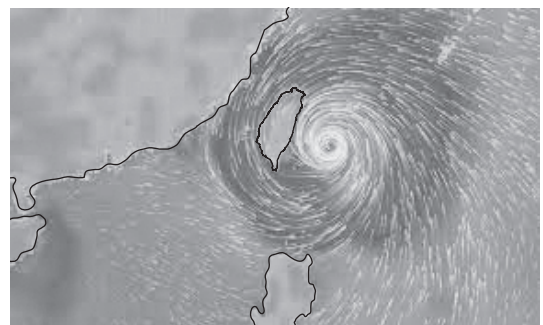


圖 18

- (A) 聖嬰期間西太平洋海溫增加，供應颱風巨大能量
- (B) 聖嬰期間颱風生成位置離臺灣更遠，颱風登陸前吸收更多水氣
- (C) 8 月正值盛夏，地面到高空風速與風向變化大，颱風結構更紮實
- (D) 颱風從東部登陸前，通過黑潮流經的溫暖海面，水氣供應颱風能量
- (E) 颱風從東部登陸前，氣流方向和山脈走向接近平行，地形對氣流阻力最小

第貳部分、混合題或非選擇題（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。選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。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

憂鬱症是一種神經疾病，時至今日我們對憂鬱症的致病機制依然無法完全釐清。近年學界提出一假說，認為憂鬱症可能與中樞神經的發炎有關。COX-2 是一種發炎反應的指標性蛋白質，若表現量上升，表示個體可能處於發炎狀態。科學家為了解腦部的發炎是否與憂鬱症有關，將小鼠分成四組，並設計以下實驗：

表 2

組 別	說 明
對照組	野生型正常小鼠
CUMS	處於長期非預期性的低度壓力（例如：微電擊、睡眠剝奪、限制飲食與飲水、搖晃飼養箱等，簡稱 CUMS）環境下的小鼠
CUMS + FLX	處於 CUMS 下的小鼠，同時每天腦室注射一定量的抗憂鬱藥物 fluoxetine（簡稱 FLX）
CUMS + CELE	處於 CUMS 下的小鼠，同時每天腦室注射一定量的消炎藥物 celecoxib（COX-2 的抑制劑，簡稱 CELE）

在神經科學研究中，常使用「迫泳試驗」與「糖水偏好試驗」作為憂鬱症的模式研究。野生型正常小鼠厭水，當丟入水桶時會不斷掙扎，且對糖水有嗜飲性。類憂鬱症（depression-like）小鼠則會呈現不一樣的行為模式，於水桶中掙扎的時間較少，仿如「生無可戀」的行為，且對於應該會引起嗜飲的糖水，其喜好度也有下降的現象。圖 19 為野生型正常小鼠（對照組）與歷經 CUMS 後小鼠腦中的 COX-2 表現量之比較。圖 20 則是四組小鼠的迫泳試驗與糖水偏好試驗之結果。圖中的記號（*、#、\$）表示兩組間的結果存在顯著差異。

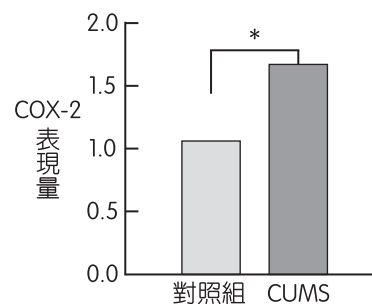


圖 19

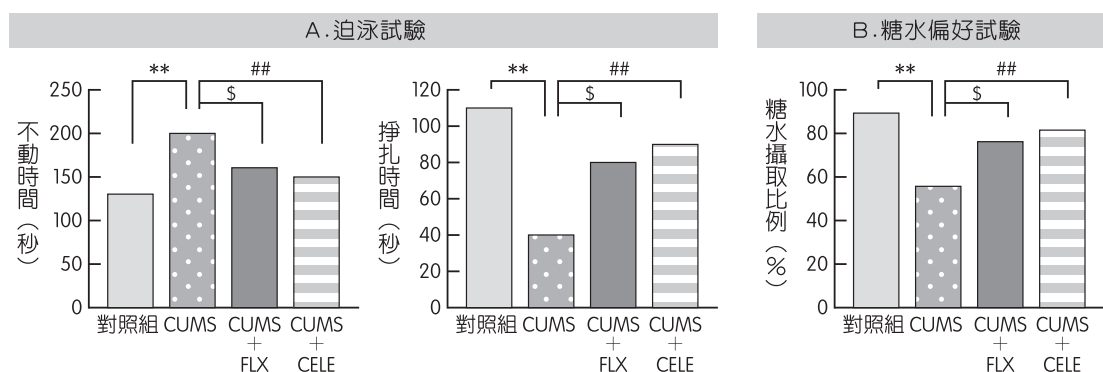


圖 20

37. 人類 COX-2 蛋白的功能性區域胺基酸局部序列如下（每一英文字母代表一種胺基酸）：

A	S	A	A	K	G	G	H	G	G	A	G	A	R	T	W	R
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

現有老鼠、鱒魚、鯉魚、鮭魚、獼猴 5 種物種，請判斷以下何者最有可能是老鼠 COX-2 蛋白的胺基酸序列？（2 分）

- (A)

S	A	A	S	H	A	G	H	E	G	G	S	A	R	T	W	K
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- (B)

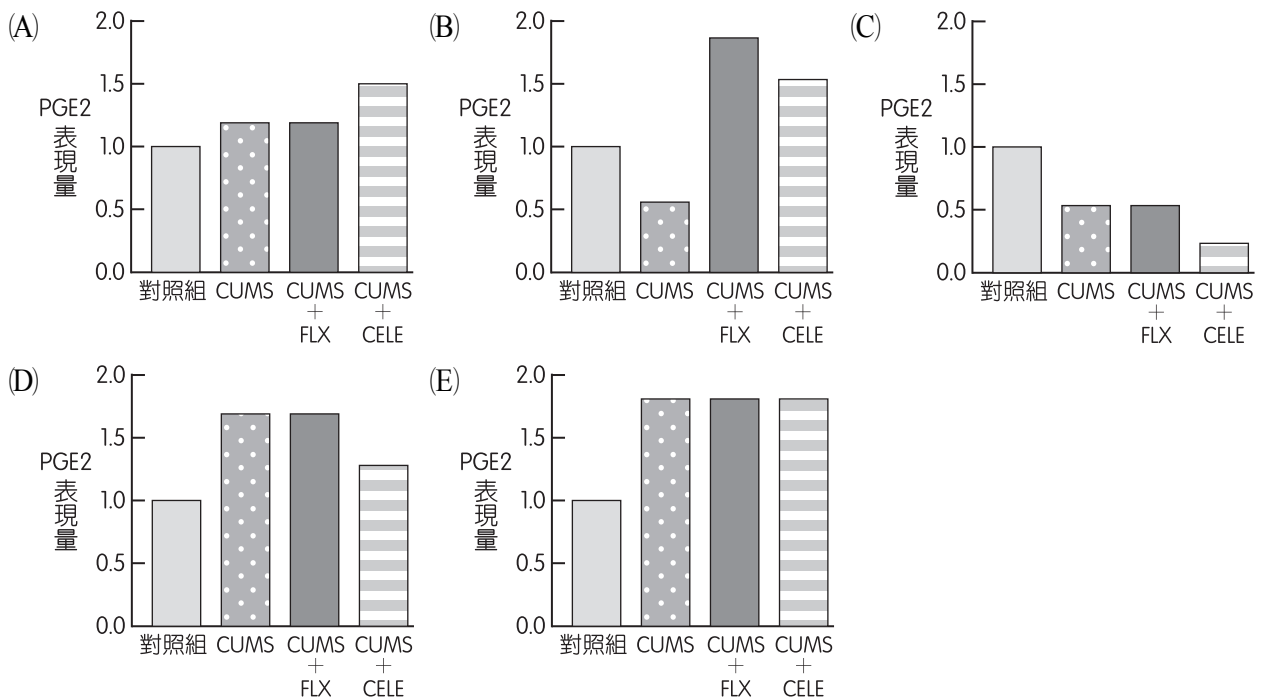
A	A	A	S	Q	G	S	H	E	G	G	S	A	R	T	W	K
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- (C)

A	S	A	A	K	G	D	H	G	G	T	G	A	R	T	W	R
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- (D)

A	A	A	S	H	S	S	H	E	G	G	S	A	R	T	W	K
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- (E)

A	S	A	S	K	G	D	H	G	G	A	G	A	N	T	W	R
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

38. 科學探究的過程中，「預期結果」可以讓我們即時檢驗研究方法是否有缺陷或瑕疵，舉例來說，糖尿病藥物應要降血糖，若服用糖尿病藥的老鼠血糖不降反升，這就不符合我們的「預期結果」。根據圖 19 可知，處於 CUMS 下的老鼠，其腦部 COX-2 表現量較高。COX-2 可作為一種發炎反應的指標性蛋白質，主要原因是因為 COX-2 會活化下游諸多發炎性分子，如 PGE2，進而導致發炎加劇。試推論，若你是研究員，根據圖 19 與文章所述，關於 PGE2 的表現量，下列何者是我們最想看到的「預期結果」？（2 分）



39. (1) 實驗中的「CUMS 組」是模擬「類憂鬱症」的小鼠，請從實驗設計的角度思考，「CUMS + FLX 組」存在的意義為何？（1 分）
- (2) 試根據圖 20 的行為表現做文字敘述，說明發炎與憂鬱症之間的可能關聯性為何？（3 分）

40.~42. 題為題組

小明於實驗室中進行硝酸鉀的溶解度測定，他參考實驗手冊的步驟操作：

步驟一、在一支大試管中注入 10.0 毫升蒸餾水，加入 2.0 克硝酸鉀。

步驟二、充分攪拌後，隔水加熱，直到固體全部溶解為止。

步驟三、取出大試管於空氣中冷卻，並放入一支溫度計，同時以攪拌棒攪拌，記錄晶體剛好析出時的溫度；若降溫過慢，可置於冰水浴中。

步驟四、增加 2.0 克硝酸鉀於步驟三的試管中，並重複步驟二、三。

步驟五、重複操作，測得 6 個數據，畫出硝酸鉀溶解度與溫度的關係圖。

實驗所得硝酸鉀加入量與晶體剛好析出溫度數據如表 3：

表 3

硝酸鉀加入量（克）	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0
溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	6.2	25.5	40.4	50.2	62.6	75.8

40. 依據表 3 的數據，完成硝酸鉀溶解度對溫度的關係圖。（各數據點連成曲線，不需標出數值）（3 分）

41. 由以上實驗數據分析估算， 30.0°C 時硝酸鉀飽和溶液的重量百分率濃度最接近多少 %？（3 分）

- (A) 15
- (B) 30
- (C) 45
- (D) 60
- (E) 75

42. 小明完成硝酸鉀溶解度與溫度的關係圖後，想驗證固態溶質溶解度與溫度的變化趨勢是否與溶質的溶解熱有關，因此打算進一步進行固態溶質溶解熱測定實驗，試問：要進行溶解熱測定實驗，除原先溶解度實驗操作器材外，還需要用到以下兩項器材，試完成表 4。（2 分）

表 4

器材名稱	說明
卡計（量熱器）	進行熱量測定的實驗設備，可用日常物品，例如：_____來作為簡易型卡計
計時器（碼錶）	便於記錄時間與溫度關係

43.~45. 題為題組

19 世紀末，赫茲研究電磁波時發現光電效應的現象，湯姆森也做了相關實驗，發現光線照射在金屬板上，電子脫離金屬表面的現象，後來赫茲的學生雷納做了相關的實驗，實驗裝置如圖 21。霆霆想驗證光電效應的實驗，因此上網搜尋了相關資料：

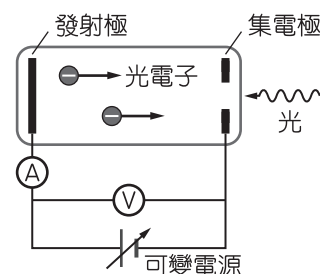
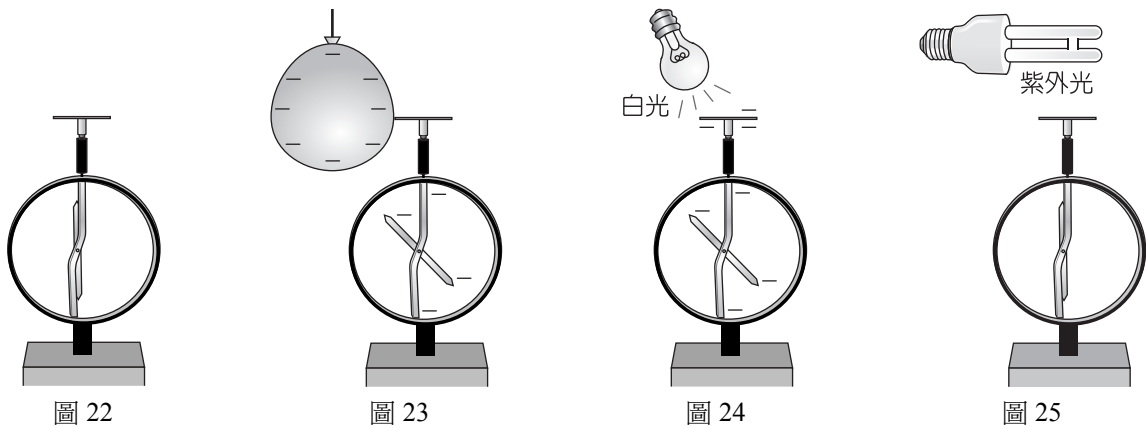


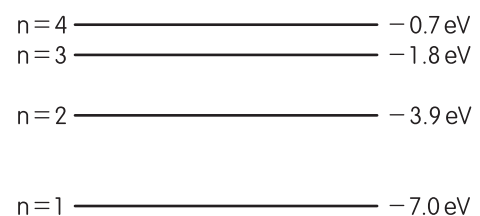
圖 21

43. 靈靈搜尋的光電效應實驗影片：首先將帶負電的氣球，接觸原本不帶電的驗電器，使驗電器的指針從原本鉛直方向（圖 22）往逆時針方向偏轉（圖 23），當白光照射驗電器時，指針依然不動（圖 24），但改使用紫外線光源照射，指針就回到原本位置（圖 25），靈靈與其他同學討論此實驗的現象，哪些同學對於此實驗的解釋較正確？（應選 2 項）（3 分）



- (A) 璿璿：指針逆時針偏轉是因為驗電器也帶負電，彼此互相排斥而偏轉
 (B) 宸宸：若提升白光的強度，就能夠將電子擊出，讓指針偏轉
 (C) 齊齊：若拉長照射白光的時間，就能夠將電子擊出，讓指針偏轉
 (D) 崑崑：紫外線可以讓指針回到原處，是因為提供較高的熱能，可將電子擊出
 (E) 豪豪：紫外線可以讓指針回到原處，是因為紫外線頻率較高，可將電子擊出

44. 靈靈在實驗室找了一個穩定的光源，由於此光源的光譜為不連續光譜，能階圖如圖 26 所示，因此可利用分光儀器取出波長為 400 nm 的光做實驗，依照波耳的能階躍遷假設，這條光譜線是由哪個能階躍遷至哪個能階？（2 分）



〔提示：能階差 $\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \doteq \frac{1240 (\text{nm} \cdot \text{eV})}{\lambda (\text{nm})}$ 〕

圖 26

45. 承 44. 題，靈靈操作的過程中，將穩定的單色光照射在金屬板上，並產生了穩定的電子與電流，試問下列有關此實驗的敘述，哪些正確？（應選 2 項）（3 分）
- (A) 產生的電流稱為光電流，為直流電
 (B) 產生的電流稱為光電流，為交流電
 (C) 導線周圍會產生磁場，此現象為電流磁效應
 (D) 導線周圍會產生磁場，此現象為電磁感應
 (E) 導線的周圍會有電磁輻射

46.~48. 題為題組

表 5 為北緯 22° 臺灣附近海域實際測得的海水溫度隨深度變化的觀測資料，請回答以下問題：

表 5

水深（公尺）	0	50	100	150	200	250	300	350	400
溫度（℃）	29.0	27.6	26.2	24.8	21.3	17.8	14.3	10.8	7.3

46. (1)請將表 5 資料繪於答案卷之方格座標中（只要將每個點標示清楚，不需把每個點連成線條，也不需在方格座標中標出每筆水深與溫度的數值）。（2 分）
(2)由所繪圖示，判斷混合層底（或斜溫層頂）大約位於哪個深度？（2 分）
47. 承上題，請由表格中的數據計算，斜溫層「溫度隨深度的遞減率」是混合層「溫度隨深度的遞減率」的幾倍？（2 分）
(A) 2 (B) 2.5 (C) 3 (D) $\frac{1}{3}$ (E) $\frac{2}{5}$
48. 承上題，混合層海水垂直方向的密度結構愈容易對流，則該層厚度愈厚。請問下列哪些條件改變，會使海水垂直方向的密度結構更有利於對流，造成混合層的厚度變厚？（2 分）
甲、太陽輻射增強
乙、湧升流增強
丙、海水表面鹽度增加
丁、海水表面密度增加
戊、海面降雨量增加
(A)甲乙戊 (B)甲丙戊 (C)乙丙丁 (D)丙丁 (E)甲丙丁

49.~52. 題為題組

隨著霾害、空汙日漸嚴重，PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮粒子伴隨著空氣分子，在我們呼吸時進入體內而帶來心肺疾病，因此許多人會配戴口罩來作防護。甲生想要研究市售口罩有效防護的使用時間，找到某研究團隊 T 的資料如下：

研究主題：市售口罩對懸浮微粒 PM_{2.5} 的過濾效果

實驗內容：設計實驗裝置，如圖 27 所示，其中感應懸浮微粒的感測裝置採用 PM_{2.5} 感應器 PMS5003，先將棉質口罩放入裝置中，打開抽風機後再將點燃的線香放入裝置中。5 分鐘後讀取數值並記錄，更換棉質口罩，重複上述步驟 2 次，得到 3 個數據為 1 組；再換不同種類口罩，重複上述實驗，得到數據如表 6 所示：

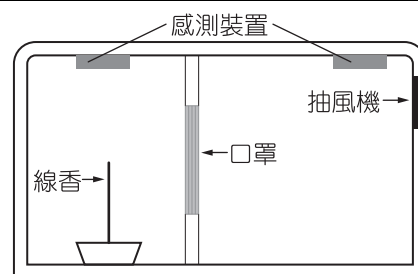


圖 27

表 6 市售各類口罩過濾線香前、後的汙染物濃度（單位：μg/m³）

口罩種類	棉質口罩	一般平面口罩	活性炭口罩	PM _{2.5} 口罩	醫用口罩	N95 口罩
過濾前 感應器 3 次量 測數值	1025	1169	1255	1369	1425	1271
	1031	1203	1296	1410	1487	1332
	1022	1198	1313	1397	1468	1396
過濾後 感應器 3 次量 測數值	852	746	136	84	101	93
	863	763	153	99	123	88
	886	789	161	96	365	98

當新冠病毒在臺灣開始流行時，口罩也順勢成了外出時必備的物品，此外為了群體免疫，施打疫苗也成為重要的課題，目前全球的新冠疫苗大致分為四類：

- (1) mRNA 疫苗：將製造新冠病毒表面棘蛋白的 mRNA 送至人體細胞，並轉譯出棘蛋白，人體的免疫系統便會針對棘蛋白產生專一性抗體，產生對新冠病毒的免疫力。美國輝瑞藥廠與德國 BioNTech 聯手的 BNT 疫苗，以及美國製藥公司莫德納（Moderna）疫苗即屬此種疫苗。
- (2) 腺病毒載體疫苗：將製造新冠病毒表面棘蛋白的 RNA 轉為 DNA 後，放到弱化、無法複製的腺病毒內，再將此腺病毒打入人體。腺病毒進入人體細胞後，其 DNA 可轉錄、轉譯產生新冠病毒棘蛋白，進而引起人體對新冠病毒的免疫力。英國藥廠阿斯特捷利康（AstraZeneca）和牛津大學共同研發的 AZ 疫苗即屬此類。
- (3) 重組蛋白疫苗（又稱次單位疫苗）：將製造新冠病毒表面棘蛋白的 RNA 轉為 DNA 後，藉重組 DNA 及基因轉殖技術將棘蛋白 DNA 植入昆蟲或倉鼠細胞，使其大量生產棘蛋白，再純化、加工製成疫苗。美國諾瓦瓦克斯（Novavax）和臺灣高端與聯亞疫苗屬之。
- (4) 滅活疫苗：先大量培養新冠病毒，再藉由化學藥劑（如福馬林）、加熱或放射線處理，使病毒失去活性後製成疫苗，其中仍有新冠病毒棘蛋白以引起人體免疫力。中國科興和國藥疫苗屬之。

各種疫苗的保護力及副作用不同，但皆可大幅度降低被新冠病毒感染後形成重症的風險。此外，我們要努力提升新冠疫苗的接種率，才有機會達到「群體免疫」效果。以臺灣來說，預估至少需 65% 的人有足夠免疫力，病毒才不容易傳播，才能達到群體皆有保護力的效果，因此疫苗的有效性與接種率是否夠高，都是影響疫情能否早日落幕的關鍵。

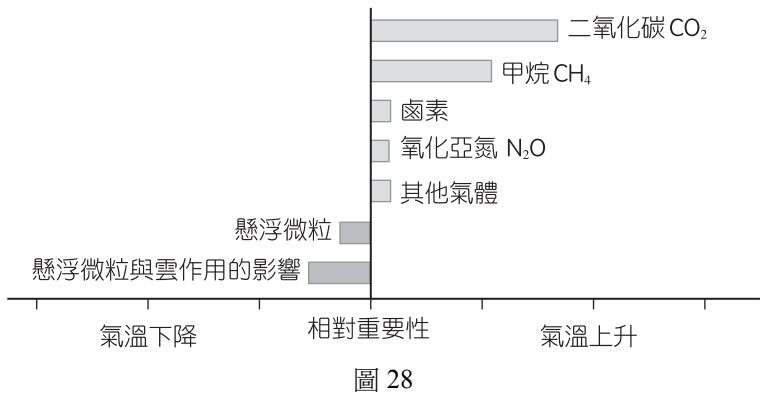
49. 若口罩的穿透率 (P) = $\frac{\text{過濾後汙染物濃度}}{\text{過濾前汙染物濃度}} \times 100\%$ ，過濾效果 (δ) 定義為 $\delta = 1 - P$ ，對於

甲生的實驗設計與探討，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）（2 分）

- (A) 原實驗中，過濾效果 (δ) 優劣順序為活性碳口罩 > 醫用口罩
 - (B) 需先訂定口罩堪用的標準，才能測出其能有效防護的時間
 - (C) 實驗過程中的溫度與壓力需固定，此為操縱變因
 - (D) 口罩能使用的時間為操縱變因
 - (E) 操作過程中，若移動口罩的位置而改變線香與口罩之距離，則實驗結果可能會改變
50. 對於甲生的實驗設計中，變因的探討除了溫度、壓力、溼度、口罩使用時間、汙染物的濃度及口罩種類外，還有哪些變因？（請寫出 2 種）（4 分）
51. 下列關於新冠病毒疫苗的敘述，何者正確？（2 分）
- (A) 疫苗原理都是讓人體對新冠病毒棘蛋白產生抗體
 - (B) 以原理來看，滅活疫苗的保護力最差
 - (C) 打疫苗後就不會被新冠病毒感染
 - (D) 臺灣需有 1000 萬人接種疫苗就能達到群體免疫的目的
 - (E) 被新冠病毒感染後可趕快施打疫苗來治療
52. 四種疫苗中，mRNA 疫苗須於 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ （莫德納疫苗）或 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ （輝瑞疫苗）以下極低溫保存，但其他三種疫苗不用，請推測原因。（4 分）

53.~56. 題為題組

為了人類的活動，燃燒大量的石油、煤及天然氣，使得大氣中懸浮微粒 (particulate matter, PM) 的濃度增加，遮蔽陽光導致氣溫下降；同時也製造出會造成溫室效應的氣體 (如二氧化碳、甲烷、鹵素及氧化亞氮等)，這些氣體濃度增加將導致氣溫上升，改變了大氣的組成與氣候的變遷。圖 28



所呈現的是影響氣候變遷的各種因素之相對重要性。

經過一世紀的累積下，大氣中溫室氣體過量，引致全球暖化現象日趨嚴重，科學家持續關注著各項與氣候變遷相關的環境變化，其中，北極海冰的體積變化正是受到注目的焦點之一，藉由長時間的觀測紀錄，北極海冰的覆蓋範圍變化如圖 29 所示。其中粗黑色線段為 2020 年 1 月至 3 月中的觀測結果。隨著大氣平均氣溫與海洋溫度升高，使得南極和格陵蘭的大陸冰川加速融化，加上海水體積膨脹，導致海平面上升，淹沒沿海低海拔地區，造成進一步的環境傷害。

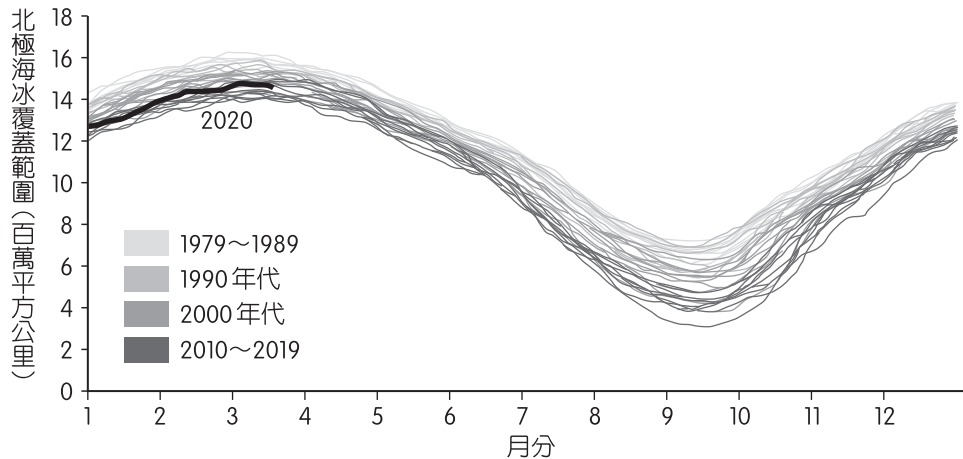


圖 29

53. 談到全球暖化時，「大量排放二氧化碳」總被認為是造成暖化的主因。若想要了解海冰覆蓋面積變化與二氧化碳濃度的關係，請從圖 30(A)、(B)兩張同測站測得之二氧化碳濃度變化圖中，選出較合適的圖 (2 分)，並寫出判斷理由 (2 分)。

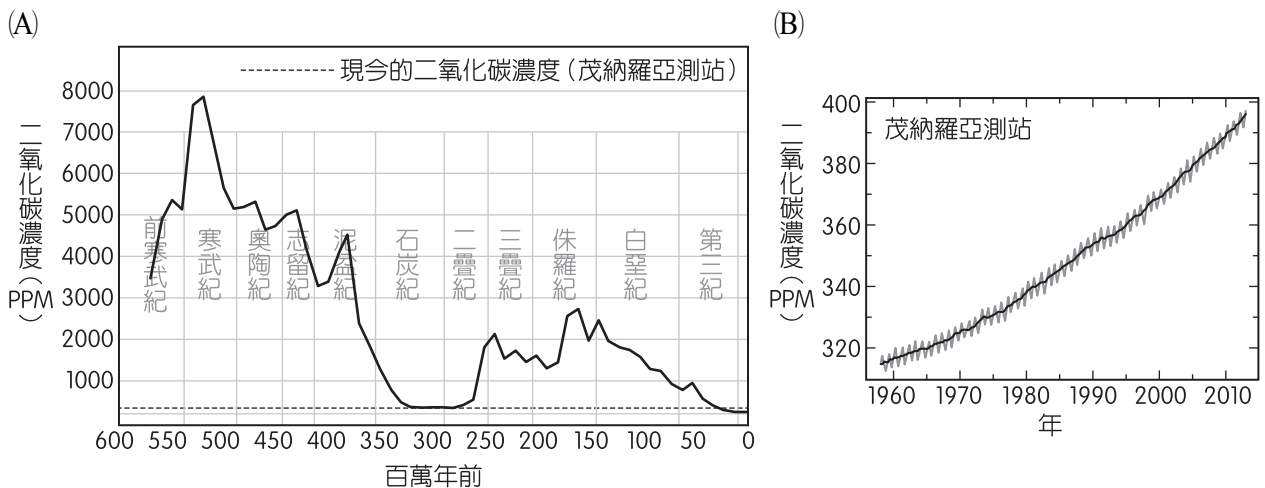


圖 30

54. 同學們看到圖 29 與說明後，在網路上找到一段文字：「夏季的天氣狀況會嚴重影響當年度北極海冰覆蓋範圍的最小值，而夏季天氣狀況並無法在冬季結束時即被預測」，請問下列五位同學針對題幹與此段敘述的理解，何者正確？（2 分）
- (A)小芳：2020 年 1 月至 3 月的海冰覆蓋範圍較前幾年多，可推論夏季時的海冰也會較多
 - (B)茹茹：因為 2020 年的二氧化碳濃度與長時間相比偏低，因此使全球溫度下降，導致北極海冰覆蓋範圍增加
 - (C)小偉：北極海冰全年度的覆蓋範圍平均值與夏季氣溫有關
 - (D)阿智：2020 年 1 月至 3 月的海冰覆蓋範圍較前幾年多，但若當年夏季溫度更高，當年度的夏季北極海冰覆蓋範圍有可能比前幾年更少
 - (E)小淳：北極海冰的年度覆蓋範圍總量呈現愈來愈少的趨勢，即使夏季海冰覆蓋範圍減少的幅度不大，仍造成 2020 年的海冰覆蓋範圍與 1979 年相比，是大幅減少的狀態
55. 若 $PM_{2.5}$ 表示懸浮微粒的粒徑小於或等於 2.5 微米，依據上文，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）（2 分）
- (A)一個 PM_{10} 的粒徑比一個 $PM_{2.5}$ 的粒徑大
 - (B)一個二氧化碳的粒徑大小約為 2.5 微米
 - (C)影響氣候變遷的各種因素中，二氧化碳是目前暖化的主要因素
 - (D)大氣中懸浮微粒濃度增加，會使全球暖化現象日趨嚴重
 - (E)北極海冰的覆蓋範圍變化僅與季節變化有關，而與大氣中的溫室氣體和懸浮微粒的濃度增加無關
56. 南極的冰層厚度約 2.2 公里，面積約 1.3×10^7 平方公里，而北極的冰層厚度約 1.7 公里，面積約 1.5×10^6 平方公里，若地球表面積約為 5.1×10^8 平方公里，而海洋約占地球表面積的 $\frac{3}{4}$ ，當溫室效應加劇，而使南、北極的冰層全部都融化了，請粗估全球海平面可能將會上升多少公分？（以數量級表示，需列出計算式，否則不計分）（4 分）
- （補充說明：若計算結果為 $a \times 10^b$ 公分時，當 $a > 10^{\frac{1}{2}}$ ，則答案寫成 10^{b+1} 公分；而當 $a < 10^{\frac{1}{2}}$ ，則答案寫成 10^b 公分）