

臺北區 110 學年度第一學期
第一次學科能力測驗模擬考試

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)

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。

祝考試順利



99363104-30

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。

- 學者在建立細胞學說過程中所得到的主要概念：「生物體由細胞及其產物所構成，一切細胞皆來自原有的細胞」，有關各學者的顯著貢獻，下列敘述何者正確？
 (A) 虎克最早發現細胞，並提出生物體由細胞構成
 (B) 雷文霍克最早發現細菌，並出版《微物圖誌》一書
 (C) 許來登最早發現細胞核，並提出細胞皆有細胞核
 (D) 許旺觀察動物組織，並提出細胞之間的物質由細胞產生
 (E) 布朗觀察細胞分裂，並提出一切細胞皆來自原有的細胞
- 研究生利用光學和電子顯微鏡觀察分析 5 種不同生物的細胞構造，但誤植了有關細胞核的標示紀錄，已知當中只有一種原核生物，下列何者最有可能是原核生物細胞？（+ 表示具有該構造，- 表示不具有該構造）

細胞種類 構造名稱	(A)甲	(B)乙	(C)丙	(D)丁	(E)戊
核糖體	+	+	+	-	+
細胞壁	-	+	+	+	-
葉綠素	-	+	+	-	+
細胞膜	+	+	+	-	+
粒線體	+	+	-	-	+
細胞核	-	-	+	+	+

- 小明使用複式顯微鏡觀察已染色的洋蔥根尖切片標本，如圖 1，下列有關甲細胞的敘述何者正確？
 (A) 位於間期
 (B) 正在進行減數分裂，同源染色體分離
 (C) 正在進行減數分裂，姐妹染色體分離
 (D) 正在進行有絲分裂，同源染色體分離
 (E) 正在進行有絲分裂，姐妹染色體分離

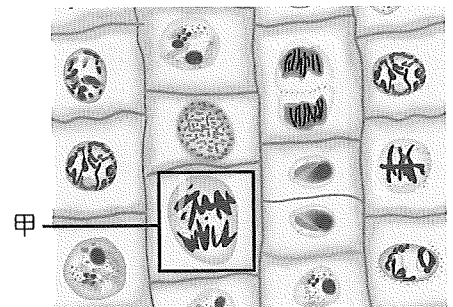


圖 1

- 原核生物會將入侵細胞內的病毒 DNA 分解，並保留部分片段於自己的基因體中，再轉錄這段 DNA 與 Cas9 核酸酶等組合成複合體。此複合體可進行記憶及偵測相同病毒的 DNA 片段，抵禦攻擊並將其摧毀，避免再次感染。依圖 2 所示，下列何者為此複合體的組成成分？

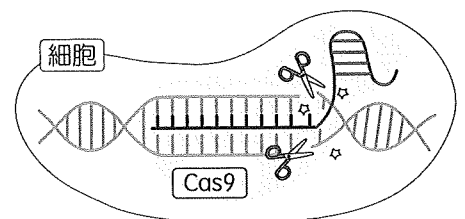


圖 2

- (A) 蛋白質
 (B) DNA、蛋白質
 (C) DNA、RNA
 (D) RNA、蛋白質
 (E) DNA、RNA、蛋白質

5. 華萊士在馬來群島染上瘧疾時，在一本書中讀到：「控制人口增加的因素是疾病、意外、戰爭及飢饉」，故認為動物族群中只有強壯敏捷者才能存活。他也根據研究提出華萊士線，將馬來群島分為西北半部的印尼馬來區，以及東南半部的馬來澳洲區，作為有袋類及胎盤類的分界，而被尊稱為「生物地理學之父」。依據上文，下列敘述何者正確？

- (A)華萊士與達爾文提出的演化理論相近
- (B)華萊士的論點是受到拉馬克著作的啟發
- (C)袋鼠與紅毛猩猩分布於華萊士線之同側
- (D)華萊士認為環境變動能使動物產生新的可遺傳性狀
- (E)華萊士認為胎盤類演化自有袋類

6. 同學利用 10 倍目鏡和 10 倍物鏡進行顯微測量技術的探討活動，已知 1 格載物臺測微器的長度為 10 微米，20 格目鏡測微器的長度等於 20 格載物臺測微器的長度，圖 3 為欲測量細胞的大小，試問下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

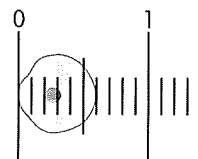


圖 3

- (A)在 10 倍物鏡下每一格目鏡測微器的長度為 1 微米
- (B)圖中所看到的刻度為載物臺測微器
- (C)圖中細胞的實際大小約為 60 微米
- (D)調至 40 倍物鏡視野下觀察，細胞大小所占測微器格數會變多
- (E)調至 40 倍物鏡視野下觀察，每一格測微器所代表的長度會變小

7. 研究人員將一株綠色植物放置於密封箱內如圖 4，箱口以插有二氧化碳感應器的橡膠塞密封，感應器的外端與二氧化碳偵測器連接，該研究員可從偵測器的螢幕上，觀察並記錄到密封箱內二氧化碳濃度的變化情形。圖 5 為密封箱內二氧化碳濃度在連續 60 分鐘的變化結果，偵測期間植物有時以固定的光照強度照射，有時則處於完全黑暗中。試問下列有關偵測期間的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

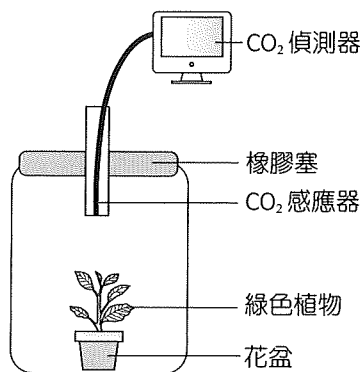


圖 4

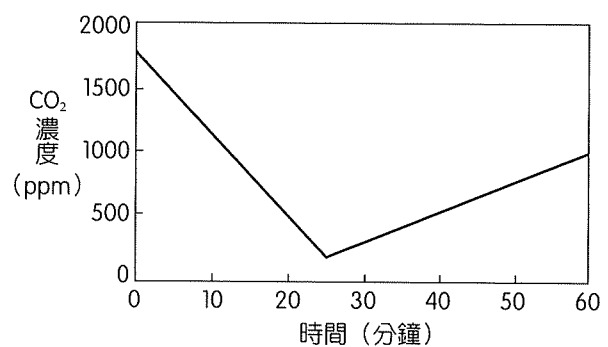


圖 5

- (A)第 40 分鐘時，植物有照光
- (B)第 10 分鐘時，植物沒有照光
- (C)第 20 分鐘時，植物進行呼吸作用和光合作用
- (D)第 50 分鐘時，植物進行呼吸作用不進行光合作用
- (E)第 30 分鐘時，植物進行光合作用不進行呼吸作用

8. 圖 6 為某家庭之遺傳譜系圖，其中黑色代表罹患紅綠色盲，空白表示正常；方形代表男性，圓形代表女性。試問下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

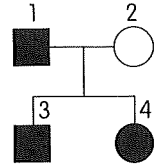


圖 6

- (A) 紅綠色盲基因位於 Y 染色體上
- (B) 男性出現紅綠色盲的機率高於女性
- (C) 1 和 2 若再生一小孩，罹患紅綠色盲的機率為 100%
- (D) 3 和 4 的紅綠色盲基因型相同
- (E) 3 的紅綠色盲基因必定來自於 2

9. 加拉巴哥群島上中嘴地雀 (*Geospiza fortis*)

表 1

的鳥喙大小由 L 和 S 兩種等位基因調控，等位基因 L 與大型喙相關，等位基因 S 與小型喙相關。於 2004~2005 年發生乾旱，因食物短缺造成中嘴地雀個體大量死亡，科學家進行調查，記錄其不同基因型存活與死亡個體數，其調查記錄如表 1。

個體基因型	存活個體數	死亡個體數
LL	6	14
LS	17	15
SS	14	5

結果發現存活族群個體中，鳥喙大小平均值變小。中嘴地雀中鳥喙比平均鳥喙大的個體存活率低，因為牠們無法和更擅長吃大種子的大嘴地雀 (*Geospiza magnirostris*) 競爭，而鳥喙比平均小的個體則躲過浩劫，因為牠們更擅長吃小種子。

請依上文和表 1，判斷下列有關中嘴地雀的敘述哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 基因型為 LL 的個體於乾旱期間存活率約為 30%
 - (B) 基因型為 LS 的個體鳥喙平均大小較基因型 SS 的個體大
 - (C) 鳥喙大小平均值變小是為適應乾旱
 - (D) 鳥喙愈大的個體於乾旱期間存活率較高
 - (E) 基因型為 LS 的個體死亡率最高
10. 小說「火星任務」中描述太空人馬克因一場意外而獨自一人留在火星求生。馬克將火箭燃料聯胺 (N_2H_4) 進行分解可生成氮氣和氫氣；分離出氫氣，將其點燃生成水，就可灌溉馬鈴薯。由上列敘述，1 個聯胺分子最多可生成多少個水分子？
- (A) 1
 - (B) 2
 - (C) 3
 - (D) 4
 - (E) 5
11. 高溫下，四氯化鈦氣體與熔融的鎂反應可製得鈦金屬與熔融的氯化鎂。若取 380 克的四氯化鈦與 72 克的鎂反應，下列敘述哪些正確？（原子量：Mg=24，Cl=35.5，Ti=48；應選 2 項）
- (A) 反應式中，鎂的狀態標示為 (aq)
 - (B) 氯化鎂的化學式為 MgCl
 - (C) 反應式係數的最簡整數比，其總和為 6
 - (D) 此實驗初始的鎂為 1.5 莫耳
 - (E) 完全反應後可生成 72 克鈦金屬

12. 下列有關醣類的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 葡萄糖與果糖均為單醣
 (B) 纖維素是醣類的聚合物
 (C) 蔗糖與碘溶液混合會變成藍黑色
 (D) 蔗糖為雙醣，由兩分子的果糖脫去一分子的水所形成
 (E) 麥芽糖為雙醣，由兩分子的葡萄糖脫去一分子的水所形成
13. 艾蜜莉意外將碳酸鈉灑進浴缸的水中，發現有沉澱產生，猜想該水可能為硬水，好奇之餘，她取部分浴缸水煮沸，結果並未產生沉澱。請問原本浴缸的水中，可能含有以下何種化合物？
- (A) CaCl_2 (B) $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ (C) NaCl (D) NH_4Cl (E) NaOH
14. 化學實驗桌上有甲、乙、丙、丁、戊五種物質，各物質特性如表 2，試問哪些物質屬於由共價鍵所形成之分子物質？（應選 2 項）

表 2

物 質	熔點 ($^{\circ}\text{C}$)	1 大氣壓、 25°C 下狀態	導電性
甲	-219	氣態	固態、液態均不導電
乙	1500	固態	固態、液態均導電
丙	3500	固態	固態導電
丁	800	固態	固態不導電、液態可導電
戊	0	液態	固態、液態均不導電

- (A) 甲
 (B) 乙
 (C) 丙
 (D) 丁
 (E) 戊
15. 阿家進行溶解度實驗，測得不同溫度下，食鹽與冰糖的溶解度，實驗結果如表 3，則下列相關敘述，哪些正確？（應選 2 項）

表 3

溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	20	40	60	80
食鹽溶解度 (克 / 100 克水)	36.2	36.5	37.4	38.5
冰糖溶解度 (克 / 100 克水)	105.1	115.2	130.3	150.4

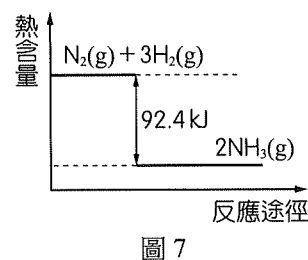
- (A) 水溫 40°C 時，100 克水加入 40.2 克食鹽攪拌後，為過飽和溶液
 (B) 水溫 60°C 時，冰糖比食鹽溶解度大，所以溶解速率一定較快
 (C) 食鹽溶解度較不受溫度影響
 (D) 20°C 時，100 克水中溶有 36.2 克食鹽和 105.1 克冰糖，可以利用溫度上升而析出固體，達到物質分離的目的
 (E) 取 13.0 克冰糖，加入 10.0 克水，升溫至 30°C 時可形成飽和溶液

16. 25 °C 時，小芳將某一鹼性溶液倒入盛有酸性溶液的燒杯中，則此燒杯內溶液的 pH 值變化，最有可能是下列何種情況？

- (A) pH 值由 7 減為 3
- (B) pH 值由 3 增為 10
- (C) pH 值由 10 減為 7
- (D) pH 值由 8 增為 12
- (E) pH 值不會變化

17. 圖 7 為人工固氮反應： $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ 的熱含量變化圖，下列關於此反應的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 此反應為放熱反應
- (B) NH_3 的熱含量為 92.4 kJ
- (C) 熱含量：反應物 > 產物
- (D) 此反應的熱化學反應式： $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ， $\Delta H = 92.4 \text{ kJ}$
- (E) 反應過程中，周圍環境溫度下降



18. 表 4 是元素週期表的一部分。下列敘述，哪些正確？（應選 2 項）

表 4

①																			⑦
								⑤						⑧					
②								④						⑥	⑨	⑩			
	③																		

- (A) 原子半徑大小：⑦ > ⑩
- (B) 活性最大的非金屬為⑧
- (C) 常溫、常壓下，⑨為液態
- (D) 容易形成 -2 價離子，且此離子電子排列方式與 Ar 相同的元素為③
- (E) 最外層電子位於 $n=3$ 的殼層，且有 3 個價電子的元素為④

19. 載運貨櫃的長賜輪於今年（2021 年）3 月 23 日，在埃及蘇伊士的沙塵暴中，因風速每小時約 72 公里的強風吹襲而偏離航道，與運河底部碰撞後擱淺，阻塞運河，造成其他船隻無法繞行。經搶救後，長賜輪於 3 月 29 日脫淺，蘇伊士運河恢復雙向交通。已知長賜輪寬度約 58.8 公尺（192 呎 11 吋），長度約 400 公尺（1312 呎 2 吋），船高 60 公尺，貨船可以裝載貨櫃的高度約 34.14 公尺（112 呎），正常航行時，總重 224 000 公噸，吃水深 14.5 公尺，且已知 20.0 呎標準貨櫃的長度為 20.0 呎、寬度 8.0 呎、高度 8.6 呎。試估算長賜輪最多可載運多少個 20.0 呎標準貨櫃？

- (A) 1038
- (B) 5256
- (C) 10 290
- (D) 15 250
- (E) 20 280

20. 物質由原子組成，大自然界的聲、光、熱、電等現象皆可從原子間的交互作用解釋。下列有關物質的組成與基本交互作用之敘述，何者正確？
- (A) 馬克士威提出磁力線解釋「電磁感應」現象，磁力線之疏密程度表示磁場的強弱，磁力線的切線方向為該處磁場方向
 - (B) 單獨存在的中子會自動衰變成質子，並放出電子，本質發生改變，此衰變必須以強核力解釋
 - (C) 拉塞福以電子撞擊石墨，極少數電子產生大角度散射，故提出電子繞原子核運行的原子模型
 - (D) 原子核內的質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有強核力使它們互相吸引
 - (E) 原子內帶負電的電子與帶正電的原子核之間有相吸的弱核力，才能組合成原子

21. 為探測矮行星、冥王星與古柏帶，使人類更能了解太陽系的起源，美國國家航空暨太空總署（NASA）的「新視野號（New Horizons）」太空船，在 2019 年近距離掠過位於古柏帶的小行星「2014 MU₆₉」，此小行星直徑約 45 公里。新視野號在距離該小行星 3500 公里處蒐集資訊，距離地球則約為 6.5×10^9 公里，是目前太空船探測星體最遠的紀錄。若小行星的公轉軌道近似圓形，且已知地球公轉的平均軌道半徑約為 1.5×10^8 公里。根據以上短文，試估算小行星「2014 MU₆₉」公轉太陽的週期約為多少年？
- (A) 290
 - (B) 136
 - (C) 96
 - (D) 44
 - (E) 13

22. 如圖 8 所示，垂直穿入紙面的均勻磁場中有一 C 形金屬軌道，軌道平面與磁場垂直。金屬桿 PQ 置於軌道上並與軌道形成封閉迴路 PQRS，一圓環形金屬線框 T 位於迴路圍成的區域內，線框與軌道共平面。若金屬桿 PQ 由靜止突然向右運動，則在運動開始的一瞬間，下列關於應電流方向的敘述，何者正確？

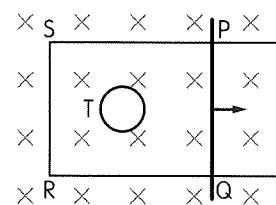


圖 8

- (A) PQRS 迴路電流沿逆時針方向，T 迴路電流沿逆時針方向
 - (B) PQRS 迴路電流沿逆時針方向，T 迴路電流沿順時針方向
 - (C) PQRS 迴路電流沿順時針方向，T 迴路電流沿逆時針方向
 - (D) PQRS 迴路電流沿順時針方向，T 迴路電流沿順時針方向
 - (E) PQRS 迴路電流沿逆時針方向，T 迴路無應電流
23. 根據馬克士威理論，加速的電荷能輻射出電磁波。赫茲利用此理論，設計高頻放電器產生頻率極高的振盪電流，使實驗室中兩相隔電路可以隔空傳遞電磁波，首次製造人為操控的電磁波。下列有關電磁波的敘述，何者正確？
- (A) 赫茲製造的電磁波，其電場與磁場振盪方向互為平行
 - (B) 電磁波傳遞時，行進方向可能與其電場或磁場任一個振盪方向平行
 - (C) 電磁波在原子或分子排列緊密的物質傳遞時，波速大於在真空中
 - (D) 電子的干涉實驗，證明電子也屬於電磁波的一種
 - (E) 可見光屬於電磁波的一種，真空中各色光光速相同，但介質中各色光光速有些許不同

24. 都卜勒效應說明當聲源與觀察者間有相對運動時，觀察者偵測到的聲音頻率 f' （視頻率）會與聲源發出聲音的原頻率 f 不相同。造成 f 與 f' 的差異，是由於觀察者量測得到的聲速 v' （視波速）或聲音波長 λ' （視波長）會因為兩者間之相對運動與原聲速 v 及原聲音波長 λ 而有所差異。假設空氣靜止不動，且觀察者速率 v_o 與聲源速率 v_s 均小於原聲速 v ，聲波週期為 T ，則整理如下的結論：

- (1) 當觀察者以速率 v_o 靠近聲源時：量測得到的視波速 $v' = v + v_o$
當觀察者以速率 v_o 遠離聲源時：量測得到的視波速 $v' = v - v_o$
- (2) 當聲源以速率 v_s 靠近觀察者時：量測得到的視波長 $\lambda' = \lambda - v_s T$
當聲源以速率 v_s 遠離觀察者時：量測得到的視波長 $\lambda' = \lambda + v_s T$

根據上述說明，已知聲源在觀察者的左方，則下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 當聲源向右移動，觀察者靜止不動，量測得到的視波長一定比原波長短
- (B) 當聲源向左移動，觀察者靜止不動，量測得到的視頻率可能比原頻率高
- (C) 當聲源向右移動，觀察者向左移動，量測得到的視波速可能比原聲速慢
- (D) 當聲源向左移動，觀察者向左移動，量測得到的視頻率一定比原頻率低
- (E) 當聲源靜止不動，觀察者向左移動，量測得到的視波速一定比原聲速快

25. 一質量為 1 kg 的小物體自高處落下之過程中，受到重力與空氣阻力作用，其速度 v 與時間 t 的關係如圖 9 所示。已知重力加速度 g 為 10 m/s^2 ，有關此物體在 $t=4 \text{ s}$ 至 $t=5 \text{ s}$ 等速下落期間，下列敘述何者正確？

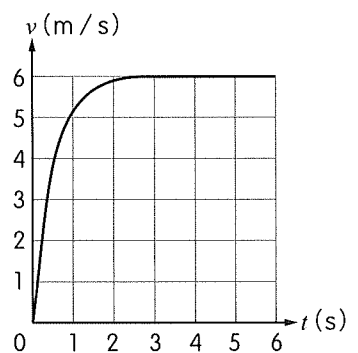


圖 9

- (A) 此期間力學能守恆
- (B) 此期間重力位能減少 6 J
- (C) 此期間動能增加 18 J
- (D) 此期間物體放熱 42 J
- (E) 此期間重力對物體作功 60 J

26. 如圖 10 所示，以固態鉀金屬作為光電效應實驗的電極板，當控制伏特計的電壓不變下，若以波長 500 nm 的綠光照射鉀電極板時，安培計可測得光電流，表示發生光電效應；若改以波長 636 nm 的紅光照射鉀電極板時，安培計卻無法測得光電流，此表示不會發生光電效應。依據上述說明，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

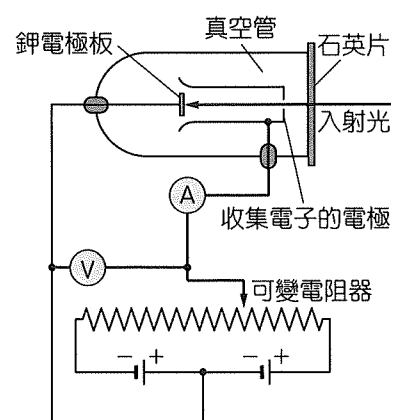


圖 10

- (A) 若改用波長 455 nm 的藍光照射，則必發生光電效應
- (B) 以波長 636 nm 的紅光照射，若漸漸增強入射光的強度，則會發生光電效應
- (C) 以波長 500 nm 的綠光照射，若增強入射光的強度，則安培計測得的光電流也變大
- (D) 以波長 500 nm 的綠光照射，若減弱入射光的強度，則由開始照光至測得光電流之時間間隔將會有明顯的延遲
- (E) 光電效應的實驗結果是無法使用古典物理學之理論來作完整地解釋，必須採用愛因斯坦的光量子之理論解釋

27. 波粒二象性與原子光譜是重要的量子理論與現象，下列有關波粒二象性與原子光譜的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 電子加速運動產生電磁波，就是電子具有波動性的證據
 - (B) 原子僅能發射特定波長的光譜線，這是原子具有能階的證據
 - (C) 利用 X 射線照射晶體產生繞射現象，可用物質波的現象解釋
 - (D) 惠更斯提出光的波動說，楊氏雙狹縫干涉實驗證實光的波動性
 - (E) 牛頓提出光的微粒說之微粒，與愛因斯坦提出的光量子論之光子，兩者相同
28. 地球因自轉軸傾斜，造成陽光直射的緯度隨季節而改變，晝夜長短形成了四季變化。下列關於陽光直射緯度與晝夜長短的敘述，何者正確？
- (A) 陽光直射時，直射地的晝夜一定等長
 - (B) 陽光直射時，直射地的晝一定比夜長
 - (C) 陽光直射時，直射地的晝一定比夜短
 - (D) 陽光直射緯度愈低時，各地晝夜的時間差愈大
 - (E) 陽光直射緯度愈高時，永晝永夜區的範圍愈大
29. 圖 11 為某地在一段期間內發生的所有地震，其震源深度在東西方向上的分布，其中縱座標為深度（km），星點表示某一次規模 8.1 的地震，圖 12 為該地區附近的地體構造圖，請問該規模 8.1 的地震震央最可能位於圖 12 中的何處？

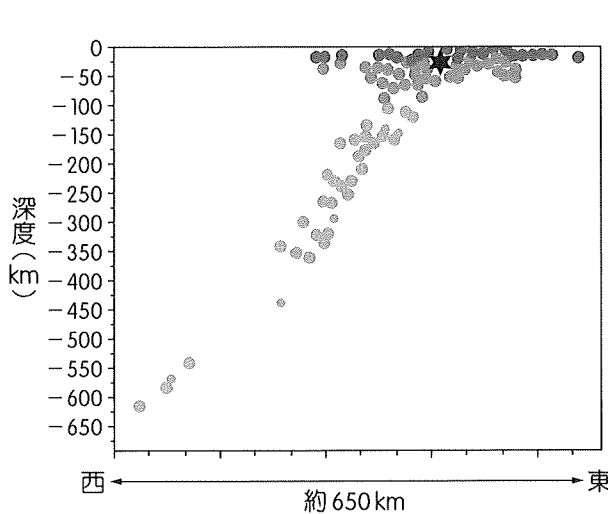


圖 11

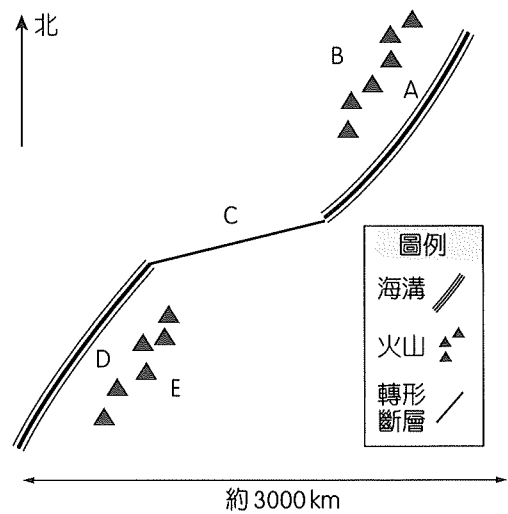


圖 12

- (A) A (B) B (C) C (D) D (E) E

30. 「臺灣北部火成岩主要分布於大屯火山群與基隆火山群，其中位於東北的基隆火山群（如圖 13），是安山岩岩漿侵入沉積岩層冷卻，後經地表抬升、再受風化侵蝕裸露而成。火山活動的熱及斷層活動產生的破裂構造，利於將地層的水加熱，形成了對礦物溶解力極強的流體（熱液）。這些熱液在富含大量海相化石的南港層砂岩中

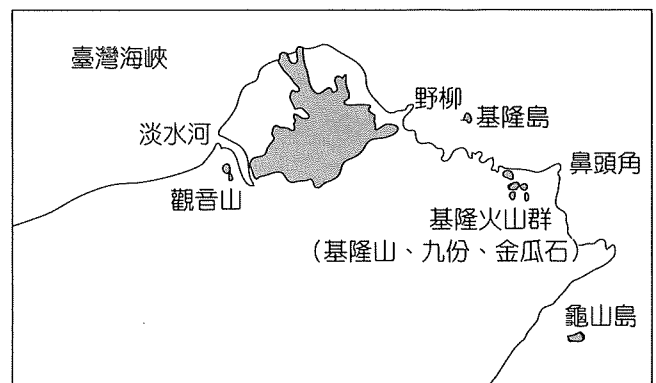


圖 13

流竄，將岩層中部分的礦物溶解而形成微小孔洞，提供空間讓金屬礦物得以結晶析出沉澱。這也就是相對於大屯火山群，該地區能蘊藏豐富金屬礦產的原因之一。」

下列五位同學針對這段介紹提出了各自的理解與看法，哪些同學的描述較符合目前對此地的認識？（應選 3 項）

- (A) 慈欣：臺灣東北部可見沉積岩、火成岩、海相化石、金屬礦產等地質景觀
- (B) 小參：利用相對地質年代的定年方法，可得知基隆山的形成時間一定比南港層砂岩年輕
- (C) 森森：在斷層出露地區，因保有裂隙空間，都是金屬礦產的富集產地
- (D) 大永：基隆山是因張裂型板塊邊界活動，導致岩漿沿斷層上湧冷卻而成
- (E) 雨果：大屯火山群與基隆火山群的形成皆與菲律賓海板塊向北隱沒的作用有關

31. 某日空中出現一個飛行火球，以接近 5 萬公里的時速衝向地面，並在離地 35.5 公里處高空，發生爆炸碎裂為十多個碎塊，該火球共持續燃燒了三十多秒，將夜空照亮如同白晝，多人目擊此畫面並利用手機等攝影設備記錄下來。根據 NASA 的監控報告表示此應為來自外太空的一顆小天體，假設小天體墜落時，所能達到的最終高度與其該天體密度之關係如圖 14 所示，小天體的密度與其直徑關係如表 5。若依此資料估計，該小天體最可能為下列何者？

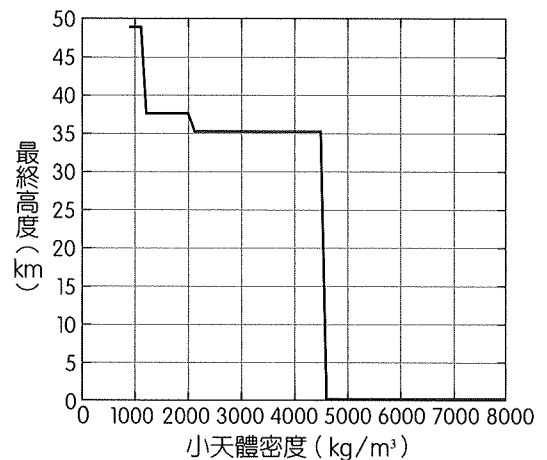


圖 14

表 5

密度 (kg / m ³)	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500
直徑 (m)	9.36	8.18	7.43	6.90	6.49	6.17	5.89	5.67	5.48	5.30	5.15	5.02

- (A) 直徑約為 5.15 m 的彗星
 - (B) 直徑約為 6.49 m 的彗星
 - (C) 直徑約為 9.36 m 的彗星
 - (D) 直徑約為 6.49 m 的小行星
 - (E) 直徑約為 5.15 m 的小行星
32. 剛學完恆星星色的單元，老師請大家畫一張圖「比較不同顏色恆星的差異」作為學習筆記，建議縱座標定為輻射強度，橫座標可用不同恆星顏色，並採取虛線（- - -）代表高溫、實線（——）代表中溫、虛線（-----）代表低溫的做法。圖 15 為甲～戊五位同學的筆記，下列選項哪些是恰當的評述內容？（應選 2 項）

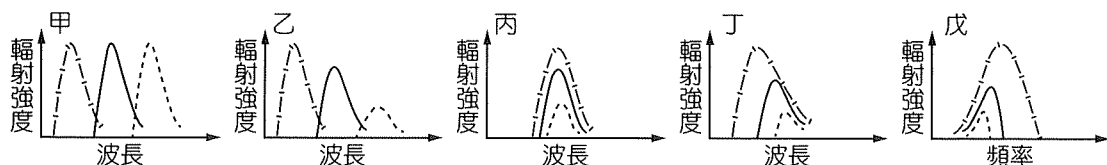


圖 15

- (A)甲生繪圖只呈現出「表面溫度愈高的恆星，曲線高峰對應的波長愈短」，但並不完全正確
- (B)乙生繪圖呈現出「表面溫度愈高的恆星，恆星單位面積、單位時間、單位波長的輻射強度愈強」
- (C)丙生繪圖正確，且呈現出「表面溫度愈高的恆星，在各波長的輻射強度皆高於表面溫度低的恆星」
- (D)丁生繪圖正確，且呈現出「表面溫度愈高的恆星，曲線高峰對應的波長愈短」
- (E)戊生繪圖不正確，恆星溫度只與波長有關，不能使用頻率來繪圖

33. 今有一登陸火星的探測器攜帶了一架無人直升機，執行首次在火星的飛行任務。火星環境不同於地球，表面重力約為地球的三分之一；大氣密度是地球表面的 1%；二氧化碳占大氣組成的 95%；火星地表接收的太陽能僅為地球的一半；夜晚的溫度可低至 -90°C ，且日夜溫差大。參考表 6 的地球大氣高度資訊，該無人直升機在火星表面上欲依靠動力起飛時，所面對的飛行條件可能相似於地球上哪一高度和大氣分層？（應選 2 項，(A)~(C)選一項、(D)~(F)選一項）

表 6 地球大氣資料

高度 (km)	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	氣壓 (kPa)	密度 (kg / m^3)
0	15.0	101.325	1.2250
3	-4.5	70.108	0.9091
6	-24.0	47.181	0.6597
9	-43.5	30.742	0.4664
11	-56.5	22.632	0.3639
15	-56.5	12.044	0.1937
20	-56.5	5.475	0.0880
25	-51.5	2.511	0.0395
32	-44.5	0.868	0.0132
40	-22.1	0.278	0.0039
47	-2.5	0.111	0.0014
51	-2.5	0.067	0.00086
60	-27.7	0.02031	0.000288
71	-58.5	0.00396	0.000064
80	-76.5	0.00089	0.000015
90	-86.3	0.00015	0.000003
100	-73.6	0.00002	0.0000005
105	-55.5	0.00001	0.0000002
110	-9.2	0.00001	0.0000001

選項	地球高度	選項	分層名稱
(A)	約 11 公里	(D)	平流層內
(B)	約 32 公里	(E)	中氣層內
(C)	約 90 公里	(F)	增溫層內

34. 圖 16 為臺灣某地區某日之 24 小時溫度變化紀錄，根據此圖，請問下列敘述哪些較為合理？
(應選 2 項)

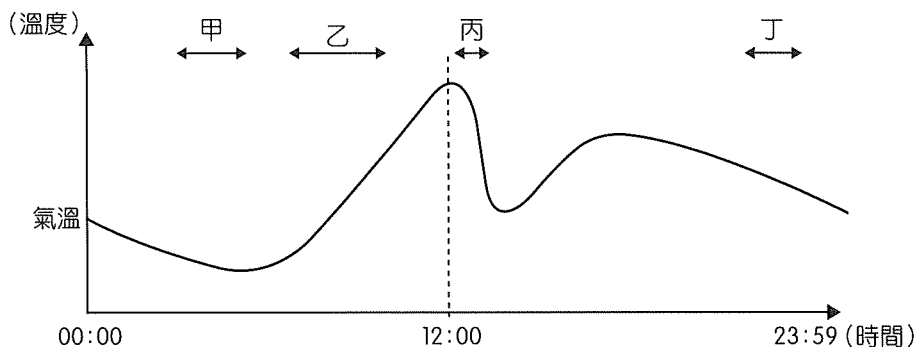


圖 16

- (A) 於甲期間出現當天飽和水氣壓最高的時刻
 - (B) 於乙期間，若大氣中實際水氣壓不改變，則相對溼度不改變
 - (C) 丙期間的溫度變化最可能為鋒面通過所造成
 - (D) 於丁期間，若大氣中實際水氣壓不改變，則露點溫度不改變
 - (E) 丁期間的地表不接收太陽輻射，但向外輻射紅外線
35. 假設圖 17 為某日臺灣附近區域的衛星雲圖，圖中颱風由東向西移行，且颱風眼僅通過臺北市和新北市。請問陸上颱風警報期間若不考慮地形影響，臺北和宜蘭的地面氣象站所測得各氣象要素（圖 18 甲~丁）隨時間的變化，下列何者最正確？

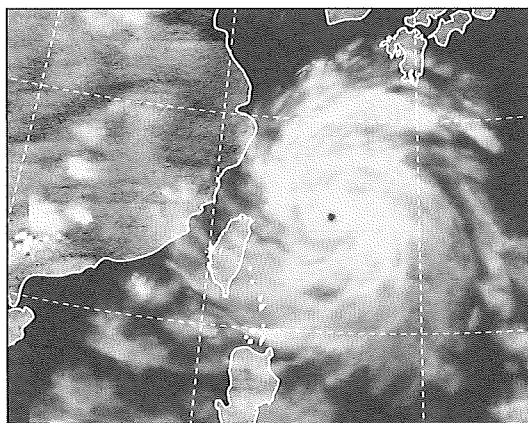


圖 17

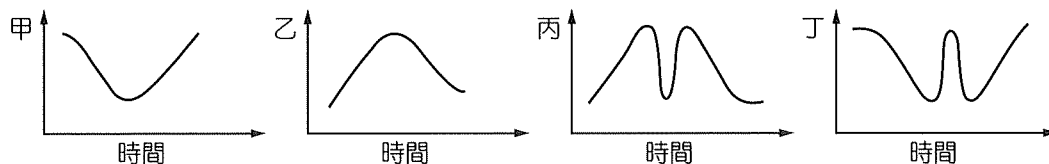


圖 18

- (A) 若縱座標為氣壓，甲是臺北站的氣壓隨時間變化，非宜蘭站的情況
- (B) 若縱座標為溫度，乙是臺北站的溫度隨時間變化，因為颱風中心有大量的潛熱釋放
- (C) 若縱座標是風速，丙是臺北站的風速隨時間變化，乙是宜蘭站的風速變化
- (D) 若縱座標是雨量，乙是臺北站的雨量隨時間變化，丙是宜蘭站的雨量變化
- (E) 若縱座標是雨量，丁是臺北站的雨量隨時間變化，以眼牆的降水最為劇烈

36. 測量氣壓是氣象觀測的重點，因此有許多與氣壓數值相關的研究。南半球赤道西太平洋達爾文與赤道東太平洋大溪地，兩處海平面氣壓的相對變化相反，稱之為南方震盪。北極地區高空大氣以低壓分布為主，相對而言北半球中緯度高空大氣以高壓分布為主，兩地氣壓也呈現相對變化相反的情況，稱之為北極震盪。當長期的氣壓分布發生劇烈變化，以北半球地區而言，就是正相位與負相位，而負相位時代表高氣壓、低氣壓皆減弱，地面冷空氣容易自北極向南移而造成中緯度嚴冬。依據上文，請推論聖嬰現象發生和北極震盪負相位時，各自風向、風速的轉變何者正確？

- (A)前者海平面東風減弱，後者高空北風增強
- (B)前者海平面東風減弱，後者高空西風減弱
- (C)前者海平面東風增強，後者高空東風減弱
- (D)前者海平面東風增強，後者高空東風增強
- (E)前者海平面南風增強，後者高空南風增強

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

DNA 分子因含氮鹼基多環結構的影響，對波長 260 奈米的紫外光有較高的吸收作用。當 DNA 分子受熱後，對紫外光的吸收度會突然增加，這種吸光增強效應（hyperchromic effect）是因為 DNA 雙股間含氮鹼基的作用力消失，DNA 由雙股成為單股，使得含氮鹼基的多環結構裸露而明顯提升其吸光度。受熱後的兩條單股 DNA 會隨著溫度下降再恢復為雙股 DNA，對紫外光的吸收度也會降低。我們定義當 DNA 分子受熱至某一溫度，對波長 260 奈米的紫外光有 50% 的吸收量，稱為 Tm 值

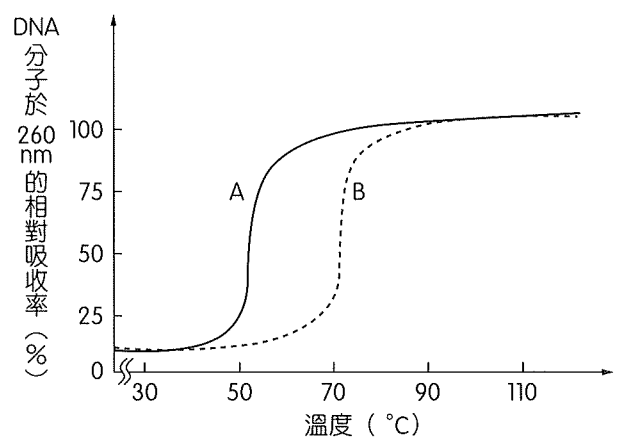
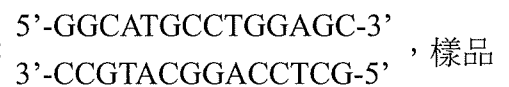


圖 19

（melting temperature）。Tm 值會受雙股 DNA 含氮鹼基之間的鍵結力大小而改變，因此不同的 DNA 分子 Tm 值亦不相同。圖 19 為鹼基組成與序列不同的樣品 X 和樣品 Y 在不同溫度下對波長 260 奈米紫外光吸收率的變化圖。樣品 X 的 DNA 序列：



Y 的 DNA 序列：

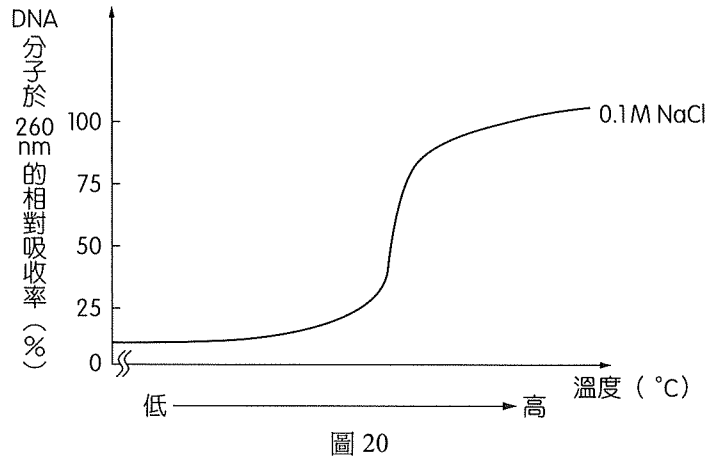


37. 依據圖 19 與上文判斷，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）（2 分）

- (A)由圖 19 得知 B 曲線的 Tm 值為 50 °C
- (B) X 的雙股比單股具較大的吸光度
- (C) X 相較於 Y 具有較強的鹼基間作用力
- (D) A 曲線應是代表 Y 的實驗結果
- (E) 70 °C 時，X、Y 樣品內的 DNA 皆為單股

38. DNA 分子受熱後會由雙股變成單股，生物體內何種酵素也可將 DNA 分子由雙股變成單股？
(2 分)
(A) DNA 聚合酶 (B) RNA 聚合酶 (C) DNA 分解酶 (D) DNA 限制酶 (E) DNA 連接酶

39. 研究發現 DNA 分子的 T_m 值會受 NaCl 濃度的影響，在適當 NaCl 濃度範圍內，NaCl 濃度愈高， T_m 值愈大。圖 20 的曲線為置於 0.1 M NaCl 溶液的某雙股 DNA，在不同溫度下對 260 奈米波長紫外光吸收率的變化圖。依照「在適當 NaCl 濃度範圍內，NaCl 濃度愈高 T_m 值愈大」的概念，試畫出此段 DNA 分別置放在 0.02 M NaCl 和 0.6 M NaCl 溶液的曲線變化圖為何？此題直接在答案卡的圖上繪製，須標示清楚 0.02 M NaCl 和 0.6 M NaCl 各代表哪條曲線。（作答提示：參考圖 19 的曲線變化進行繪製）(4 分)



40.、41. 題為題組

科學家統整全世界 242 科 5000 多個鳥巢描述；獲取各科鳥類巢的外型結構、所在位置、附著方式三個特徵，分析它們如何隨著時間逐漸變化，再參考已知鳥類親緣關係樹，慢慢建構出鳥巢的演化史，發現鳥巢與鳥類的演化歷程息息相關。圖 21 為鳥巢外型結構的演化圖，試根據此圖回答下列問題。

40. 有關鳥巢的演化歷程，下列敘述哪些正確？
(應選 2 項) (2 分)
(A) 鴟鵂科鳥巢的多樣性較雁鴨科高
(B) 鴛鴦巢具有最原始的外型結構
(C) 第二次輻射演化才出現的鳥巢外型結構共有五種
(D) 初級洞巢比次級洞巢較早出現
(E) 杯碗狀巢在第二次輻射演化時才出現

41. 試由圖 21 判斷，鸚鵡科和鵝科相比，何者與燕科的親緣關係較接近？試說明原因為何？
(4 分)

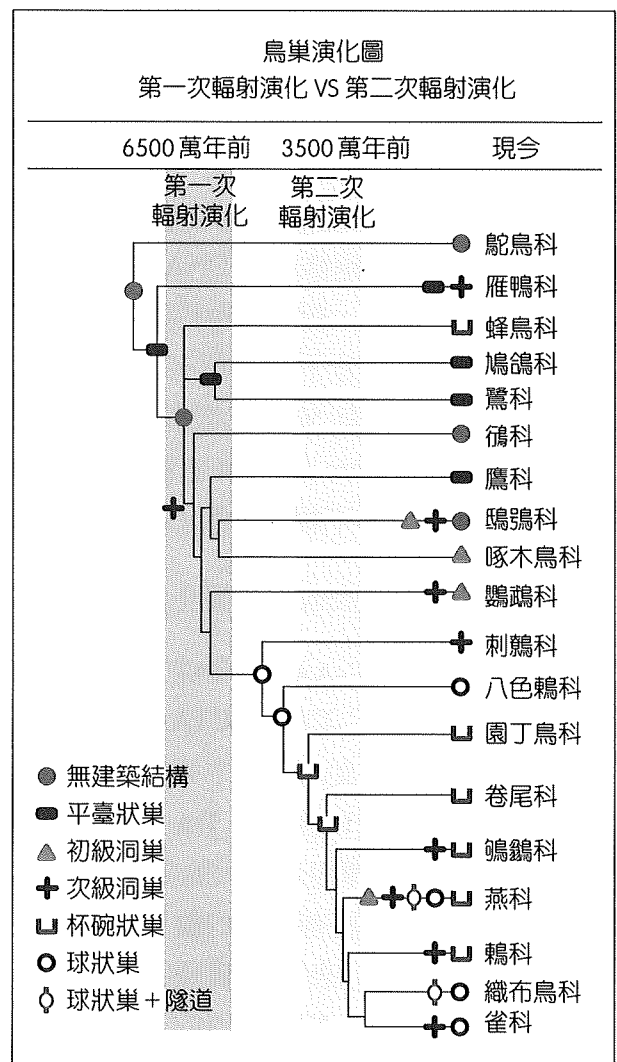
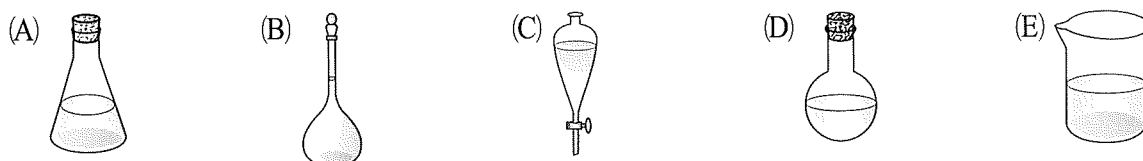


圖 21

42.~44. 題為題組

無咖啡因或低咖啡因的咖啡，能滿足某些喜歡咖啡香味、卻不希望攝取過量咖啡因的人們。在實驗室裡，想從咖啡豆中將咖啡因分離出，可先取一裝有熱水的燒杯，倒入咖啡豆後，緩緩加熱、浸泡咖啡豆一段時間，待冷卻後再將乙酸乙酯加入燒杯中，進行萃取咖啡因的操作。除了使用乙酸乙酯來萃取咖啡因，亦可以使用二氧化碳超臨界流體。將二氧化碳加壓超過 73 atm、溫度升高到 31 °C 以上，即可得到二氧化碳超臨界流體，可在不破壞咖啡的風味下，有效萃取出咖啡因。

42. 若欲萃取混合物中的咖啡因，則下列哪一玻璃器材最適合進行萃取的操作？並寫出該器材的名稱。（已知咖啡因的熔點為 235 ~ 238 °C；分別為 1 分、2 分，共 3 分）



43. 為何使用乙酸乙酯萃取咖啡中的咖啡因？請寫出兩點原因說明。（3 分）

44. 圖 22 為二氧化碳之相圖（未依比例繪製），請說明使用二氧化碳超臨界流體取代乙酸乙酯來萃取咖啡因的優點；可依據二氧化碳的性質與圖 22 來說明。（2 分）

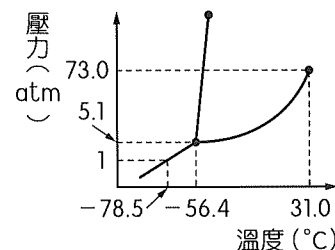


圖 22

45.、46. 題為題組

阿勇看到一份介紹氧化還原指示劑的資料，擷取要點如下：

亞甲藍指示劑為藍色溶液，多作為氧化還原指示劑，其還原態呈無色，氧化態為藍色。

【反應第一步】將適量葡萄糖水溶液與亞甲藍放入瓶中，葡萄糖具有還原性，可將亞甲藍指示劑還原呈現還原態顏色。

【反應第二步】若有足夠氧氣進入水中，則指示劑會呈現氧化態的顏色，且第二步需要比較久的時間。

【反應第三步】當氧氣反應完後，溶液又會跟葡萄糖反應，回到第一步，之後繼續進行第二步、第一步、第二步……，顏色會一直變來變去，稱為藍瓶反應。

一般影響化學反應速率的因素有：催化劑、反應溫度、反應物濃度、反應接觸面積。阿勇發現測量第二步變色需要比較久的時間，因此他設計一個實驗：將相同溶液放入五個不同口徑的開口容器中，探討溶液與空氣接觸的表面積是否會影響第二步的變色時間。

〔步驟 1〕選擇五種不同口徑的容器，在每個容器內都進行下列實驗溶液的配製與操作。

〔步驟 2〕定溫下，取 3.6 g 葡萄糖加水配成 100 mL 水溶液。

〔步驟 3〕再加入 1.2 g 氫氧化鈉使溶液呈鹼性，攪拌均勻後，滴入 2 滴亞甲藍指示劑，開始計時，測量反應第二步溶液變色所需的時間。

〔步驟 4〕相同狀況下，找出不同口徑容器之溶液表面積與反應時間的關係，如圖 23。

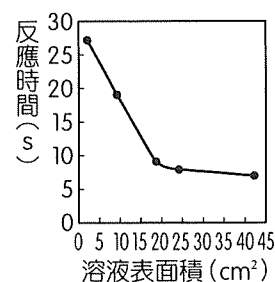


圖 23

45. 由上述實驗內容，下列相關敘述，哪些正確？（應選 2 項；3 分）

- (A) 本次實驗是探討反應速率與催化劑的關係
- (B) 由關係圖可發現：當溶液表面積愈大，與空氣接觸面積愈大，反應時間縮短，反應速率變慢
- (C) 由關係圖可發現：當溶液表面積大到一定程度，表面積再加大，對反應時間的影響不顯著
- (D) 葡萄糖與亞甲藍混合後，再與氧反應，此溶液顏色由無色變藍色
- (E) 瓶中若不添加葡萄糖水溶液，僅滴入亞甲藍指示劑，溶液仍會呈無色

46. 已知葡萄糖分子式為 $C_6H_{12}O_6$ ，請問〔步驟 2〕所配製的葡萄糖水溶液，其體積莫耳濃度為多少 M？（原子量：H=1.0，C=12.0，O=16.0；3 分）

47.~49. 題為題組

在電梯裡固定一「力感測器」，感測器下端掛著一質量 m （公斤）的小物體。當電梯靜止時，感測器顯示拉力為 F_0 （牛頓）；當電梯由 10 樓自靜止往下運動的過程中，某同學記錄力感測器受到的拉力 F 與時間 t 之關係圖如圖 24 所示。回答下列 47.~49. 題：

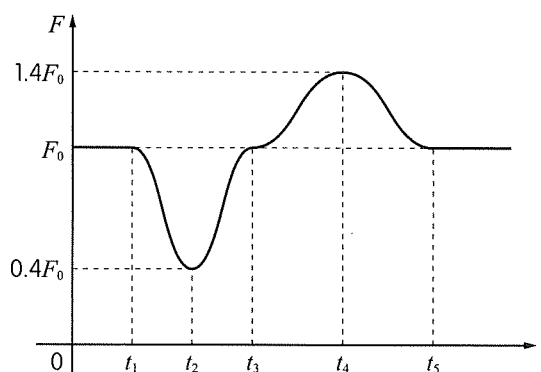


圖 24

47. 物體在 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_5 五個時刻，何時的速率最大？（2 分）

- (A) t_1
- (B) t_2
- (C) t_3
- (D) t_4
- (E) t_5

48. 比較物體在 t_2 、 t_3 、 t_4 三個時刻的瞬時加速度量值 a_2 、 a_3 、 a_4 大小順序為何？（比較大小即可，不必寫出計算過程或理由）（2 分）

49. 列出算式或說明，求出 a_3 、 a_4 各為多少？（以 F_0 、 m 表示）（4 分）

50.、51. 題為題組

由歐洲核子研究組織主導的「大強子對撞機（LHC）」，其目的之一在找尋「希格斯粒子」。LHC 的主要工作是讓質子在零下 271°C 的主環內，將質子加速至接近光速而對撞。在兩個繞行方向相反的質子束中，含有數千個質子團，每秒約可交互通過 3100 萬次，但每次質子團交互穿越時僅發生十餘次對撞。為了提高對撞機會，交互穿越的質子束被壓縮在直徑 $16\ \mu\text{m}$ 的範圍內，對撞瞬間產生高溫，超過太陽中心溫度 $1.5 \times 10^7^\circ\text{C}$ 的 10 億倍。LHC 的另一目的是模擬宇宙創生初期約 $10^{-19}\ \text{s}$ 內的極短期間狀態，科學家想藉此了解宇宙最初時，能量轉變成質量的過程。

2012 年 7 月，歐洲核子研究組織宣布，在 LHC 實驗中找到一種新粒子，這種粒子符合之前預測賦予基本粒子質量的希格斯粒子之特徵，眾所矚目的希格斯粒子終於現身。科學家得到質量約 $125\ \text{GeV}/c^2$ 的新粒子存在之可信證據。三位提出希格斯機制理論的學者，榮獲 2013 年諾貝爾物理獎。

根據以上短文，回答下列 50.、51. 題：

50. 下列有關 LHC 運作期間的敘述，哪些正確？（應選 2 項）（3 分）

- (A) 主環工作溫度約 2 K
- (B) 質子對撞前後遵守質量守恆律
- (C) 質子的動能是對撞處熱能的來源之一
- (D) 質子束交互穿越最窄處約與原子直徑相當
- (E) 經此實驗可證明溫度有下限，但沒有上限

51. 文中提及新粒子的質量約 $125 \text{ GeV} / c^2$ ，以愛因斯坦提出的質量 m 與能量 E 之互換公式 $E = mc^2$ 列式換算，其質量相當於多少 u ？（ u 為原子質量單位，若無計算過程不計分）（3 分）

已知： $1 \text{ eV} \div 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

$1 \text{ u} \div 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

光速 $c \div 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

答案： u （答案需取三位有效數字，每個空格 代表一個阿拉伯數字）

52. ~ 54. 題為題組

2 月新聞：世界 15 大自然奇景之一 —— 馬祖藍眼淚

藍眼淚是夜光蟲受海浪及自然風的驚擾發出淡藍色螢光的海面現象，以 4 到 6 月之間的数量最多，最佳觀賞時間是無光害的夜晚環境，建議在開始漲潮時前往沙灘，並去迎風面找找，因為藍眼淚會被風帶著走。馬祖海岸地形多崎嶇，請盡量不要靠近礫石灘及岩岸，以免發生危險。

受到新聞的吸引，家住臺北的老蕭決定於 6 月時搭飛機往返來一趟四天三夜的「馬祖花岡岩暨藍眼淚自由行」，並規劃行程如圖 25。



圖 25

52. 為了提高旅行目標的成功率與兼顧安全的前提下，在定案旅遊行程前，老蕭收集了以下相關資料。請問下列哪一項資料在老蕭的馬祖旅程規劃中，其不確定性最高？（2 分）

選項	考量點	檢索資料	資料來源
(A)	地質	馬祖地區地質圖	馬祖地質公園深度旅遊網
(B)	地形	藍眼淚觀賞地圖	馬祖連江縣政府
(C)	潮汐	當年潮汐表	交通部中央氣象局
(D)	風向與海浪	鄉鎮沿海未來海象	交通部中央氣象局
(E)	光害（月相）	當年農民曆	地方政府民政局

53. 臺北往馬祖機場的單程飛行時間約 1 小時，但天氣差或機場能見度不佳時，班機可能延誤或被迫取消，這是旅遊規劃時要考量的風險評估之一。世界氣象組織定義「霧」是指水平能見度不足 1 公里，而若一個月內很高的機率達 6 天以上出現此狀況，則可稱為霧季。馬祖的霧季長達四個月，老蕭找到馬祖氣象站的觀測資料如表 7，請分析馬祖的霧季是哪些月份？（2 分）並以此表格資料具體說明你分析判斷的方法。（2 分）

表 7 霧日天數統計表

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
93	0	2	3	5	8	0	1	0	0	0	0	2
94	1	11	7	8	11	6	2	3	0	0	3	0
95	13	6	7	6	8	10	0	0	0	0	0	0
96	2	4	11	7	9	5	2	0	0	0	0	4
97	4	5	8	8	8	2	0	0	0	0	0	0
98	1	7	3	12	2	3	0	2	0	0	1	2
99	4	10	10	8	11	6	0	0	0	0	0	0
100	0	3	3	7	13	4	1	0	0	1	2	2
101	5	8	11	11	3	2	1	0	0	0	1	1
102	2	6	5	5	7	4	0	0	0	0	0	1
103	3	8	8	8	11	12	0	0	0	0	0	2

54. 馬祖的霧季是因季節轉換，暖溼空氣流經寒冷海面上發展而成。針對此霧季的解讀，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）（2 分）
- (A)飽和水氣凝附在地面或地表物體上的現象
 - (B)空氣已達露點溫度，空氣中所含的氣態水已達飽和
 - (C)近地表水分子達液相、氣相共存的動態平衡狀態
 - (D)此類型的霧通常在夜間至清晨階段形成，僅維持數小時
 - (E)白天太陽輻射造成的地表增溫，形成相對低壓輻合環境，有助於霧的消散

55.、56. 題為題組

55. 以系統觀點來看，環境可劃分為岩石圈、水圈、大氣圈與生物圈。當要探討能量與物質在不同層圈之間的移動，常利用「源－匯假說」來探討。若只涉及兩個層圈之間，以大氣圈為例，造成大氣中碳含量增加的作用皆是碳源（圖 26 虛線箭頭），而使得大氣中碳含量下降的作用則稱為碳匯（圖 26 實線箭頭）。這些作用可能是自然作用，也可能是人為作用，碳源常見人為作用是燃燒含碳物質產生二氧化碳排放，碳匯常見自然作用則是如植物行光合作用。現改以岩石圈為例，自然作用一名稱為自然的 ①，屬於碳 ②（源或匯）。又若以水圈為例，自然作用二名稱為自然的 ③，屬於碳 ④（源或匯）。（4 分）

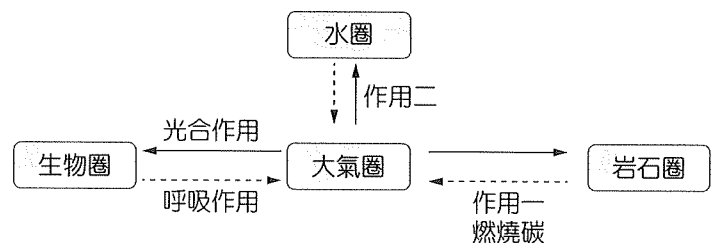


圖 26

源（圖 26 虛線箭頭），而使得大氣中碳含量下降的作用則稱為碳匯（圖 26 實線箭頭）。這些作用可能是自然作用，也可能是人為作用，碳源常見人為作用是燃燒含碳物質產生二氧化碳排放，碳匯常見自然作用則是如植物行光合作用。現改以岩石圈為例，自然作用一名稱為自然的 ①，屬於碳 ②（源或匯）。又若以水圈為例，自然作用二名稱為自然的 ③，屬於碳 ④（源或匯）。（4 分）

56. 甲烷也是重要的溫室效應氣體，在地球環境中的源與匯同樣值得研究。圖 27 為溼地甲烷循環圖。

- ① 大分子有機物透過土壤中的分解者，在缺氧環境下被分解為揮發性脂肪酸、醋酸、二氧化碳和氫氣。
- ② 之後再進一步透過甲烷生成作用，產生甲烷與二氧化碳。
- ③ 土壤深處的細菌透過厭氧甲烷氧化作用，吸收甲烷和二氧化碳轉為能量。
- ④ 淺層土壤孔隙中的細菌藉由好氧甲烷氧化作用，將甲烷和二氧化碳轉為能量。
- ⑤ 沒有被土壤中細菌使用的甲烷會由溼地逸散。

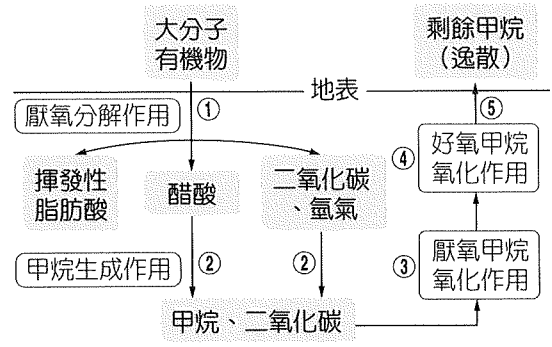


圖 27

若利用系統概念，以岩石圈為例，並分析甲烷的源與匯，則下列敘述哪些正確？（應選 2 項）（2 分）

- (A) 厭氧分解作用是甲烷直接來源，從大氣圈進入岩石圈
- (B) 甲烷生成作用是甲烷的匯出，從岩石圈進入大氣圈
- (C) 好氧甲烷氧化作用屬於甲烷從岩石圈進入生物圈
- (D) 厭氧甲烷氧化作用屬於甲烷的來源，從生物圈進入岩石圈
- (E) 可透過逸散過程匯出甲烷，從岩石圈進入大氣圈

