

版權所有，翻印必究

114 學年度全國高級中學

學科能力測驗模擬考試

自然考科

請於考試開始鈴響起，在答題卷簽名欄位以正楷簽全名

—作答注意事項—

考試範圍：物理(全)上半冊、化學(全)上半冊、生物(全)上半冊、
地球科學(全)上半冊

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；更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。
- 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，可以使用修正帶（液）。
- 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。
- 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



99362104-34

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. 早期長度的 SI 單位是以北極到赤道之子午線距離的一千萬分之一當成 1 公尺，後來為了追求更精確的 1 公尺之定義，目前國際單位制（SI）是利用下列哪一個相關物理常數來定義長度 1 公尺？
(A)光速
(B)地球半徑
(C)原子直徑
(D)普朗克常數
(E)特定的光波長
2. 若原子與原子核皆可視為球體，球體體積與球體半徑的三次方成正比。若一個原子的平均密度為 D ，其原子核的平均密度為 d ，則 $\frac{D}{d}$ 約為多少？
(A) 1
(B) 10^{-2}
(C) 10^{-5}
(D) 10^{-10}
(E) 10^{-15}

3.、4. 題為題組

如圖 1 所示，小明以最大速限 36 km/h （即 10 m/s ）等速行駛於道路上，且前方無其他車輛，當車輛前緣與停止線相距 d 時，小明看見行進方向上的路口交通號誌燈（紅綠燈）從綠燈變成黃燈，此時小明可能選擇踩煞車或是維持等速前進。

若小明選擇立刻踩煞車，則車輛會以等加速運動進行減速，當車輛停止時其前緣不能超過停止線，而煞車過程中車輛加速度之量值最大為 5.0 m/s^2 。

若 d 太小會導致車輛無法在停止線前停止，則小明看到黃燈後會維持等速前進，經過停止線再繼續前進 30 m 以安全通過路口。依據以上資料，回答下列問題：

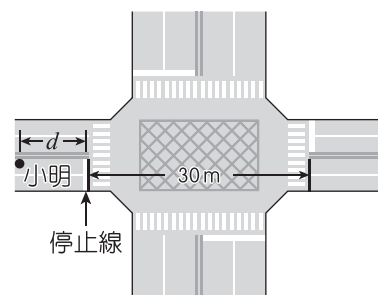
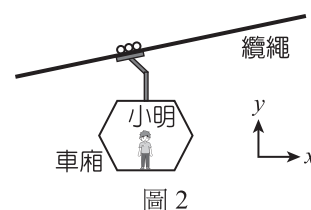


圖 1

3. 在不考慮小明反應時間的情況下，當交通號誌燈從綠燈變成黃燈時，小明立刻踩煞車並以最大加速度減速至靜止，若要使車輛前緣不超過停止線，則 d 至少需大於多少 m ？
(A) 5.0
(B) 10
(C) 15
(D) 20
(E) 25

4. 若小明看見交通號誌燈從綠燈變成黃燈時，由於 d 值太小，無法使車輛前緣在停止線前停止，則小明會維持等速前進直到通過路口。為了避免小明尚未完全通過路口，交通號誌燈就從黃燈變成紅燈，考慮小明必須選擇等速通過路口，在 d 為極值的情況下，黃燈的顯示時間至少需大於多少 s ？
(A) 3.0 (B) 4.0 (C) 5.0 (D) 6.0 (E) 8.0
5. 下列甲、乙、丙關於物理學發展之敘述，何者屬於演繹式之推導？
甲：克卜勒透過天文數據推論出行星軌道半徑與公轉週期遵行的數學關係。
乙：庫侖利用實驗發現兩電荷之間的靜電力與兩電荷間的距離平方成反比。
丙：牛頓透過運動定律與萬有引力定律對於克卜勒行星運動定律提出解釋。
(A) 只有甲乙 (B) 只有乙丙 (C) 只有甲
(D) 只有丙 (E) 甲乙丙
6. 在日常生活中感受不到強核力的存在，主要的原因為下列何者？
(A) 強核力與距離平方成反比，距離太遠導致強核力變得很微弱
(B) 強核力與弱核力彼此會相互抵消，所以感受不到強核力的存在
(C) 強核力的作用範圍非常短，只限制在原子核大小的尺度內
(D) 發生核衰變時才會產生強核力，一般情況下並無強核力存在
(E) 強核力存在於分子間的交互作用，在宏觀尺度下不易察覺
7. 在拉塞福的原子模型中，電子繞原子核作圓周運動。根據此原子模型，若想要得到氫原子中電子與原子核間的萬有引力量值與靜電力量值之比值，可以利用下列甲至戊的哪些參數獲得答案？
甲：電子電量。
乙：電子質量。
丙：原子核質量。
丁：電子與原子核的距離。
戊：重力常數與庫侖常數的比值。
(A) 乙丙丁戊 (B) 甲丙丁戊 (C) 甲乙丁戊
(D) 甲乙丙戊 (E) 甲乙丙丁
8. 如圖 2 所示，一纜車之車廂懸掛於纜繩，小明站在車廂中的地板上。車廂有「等速運動」與「加速運動」兩種模式，假設兩種模式下小明與車廂皆保持相對靜止，且車廂地板與地面皆保持平行。下列關於車廂地板給小明的摩擦力之敘述，哪些正確？（應選 2 項）
(A) 若車廂速率漸增地加速上升，則車廂地板給小明 $+x$ 方向的摩擦力
(B) 若車廂速率漸增地加速上升，則車廂地板給小明 $-x$ 方向的摩擦力
(C) 若車廂等速上升，則車廂地板給小明 $+x$ 方向的摩擦力
(D) 若車廂等速上升，則車廂地板給小明的摩擦力為 0
(E) 若車廂等速上升，則車廂地板給小明 $-x$ 方向的摩擦力



9. 假設一彗星繞太陽的軌跡為橢圓，如圖 3 所示，圖中每一個小方格的長度為 1.0 AU，太陽位於圖中 S 點之位置。當彗星從 A 點移動到 B 點，其位移近似 +y 方向、位移量值約為 1.0 AU，歷時 t_1 。當彗星從 C 點移動到 D 點，其位移近似 -x 方向、位移量值約為 1.0 AU，歷時 t_2 。下列敘述，哪些正確？（應選 2 項）

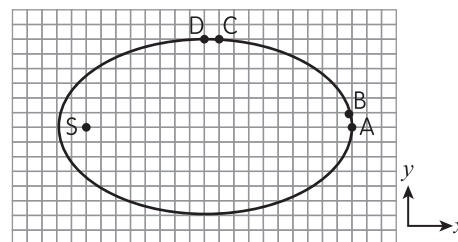


圖 3

- (A) 彗星從 C 點移動到 D 點的過程，彗星與太陽連線掃過的面積約為 3.0 AU^2
- (B) 彗星從 C 點移動到 D 點的過程，彗星與太陽連線掃過的面積約為 5.0 AU^2
- (C) $\frac{t_1}{t_2}$ 約為 1.0
- (D) $\frac{t_1}{t_2}$ 約為 2.0
- (E) $\frac{t_1}{t_2}$ 約為 3.0
10. 化學知識的應用在日常生活中隨處可見，無論居家飲食、醫療衛生、農業生產、工業製造和環境保護都與化學息息相關。下列相關敘述何者正確？
- (A) 青銅與黃銅是銅原子排列方式不同的元素
- (B) 鐵與不鏽鋼都是由純鐵所組成，只是在製造程序上各自不同
- (C) 劃記答案卡必須用顏色較深的 2B 鉛筆，其筆芯主要成分為二氧化鉛
- (D) 炎熱的夏天我們常喝的汽水，主要是將二氧化碳的超臨界流體溶入水中
- (E) 節慶時，燃放煙火所見到的繽紛火焰，大多是金屬的焰色
11. 化學知識的發展由萌芽期開始到現代，過程中累積了許多學者所提出的理論，雖然有些早期的理論以現代化學的觀點來看並不恰當，但仍是推動化學邁向進步的關鍵。下列有關歷代學者所提出的理論或定律之敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 依燃素說，碳與氧氣燃燒生成二氧化碳，燃素應為二氧化碳
- (B) 依倍比定律，12.0 克的碳完全燃燒後可產生 44.0 克的二氧化碳，24.0 克的碳完全燃燒則可生成 88.0 克的二氧化碳
- (C) 依亞佛加厥分子學說，同溫、同壓下，1.0 升的氫氣與 1.0 升的氮氣，所含的分子數相同
- (D) 依定比定律，碳燃燒後所生成的一氧化碳與二氧化碳的分子量比，必為 7 : 11
- (E) 依拉塞福所提出的原子模型，原子中帶負電的電子繞著帶正電的原子核作圓周運動

12. 某常見的離子化合物由三種元素組成 $(X)^{m+}(YZ)^{n-}$ ，其中陽離子僅由 X 原子所形成，陰離子則由 Y 與 Z 兩原子所形成，且陰、陽離子的電子總數皆為 10，已知此三種元素為週期表中第一至第三週期元素，下列關於此離子化合物的相關敘述，哪些正確？（應選 2 項）

(A) $m=n=2$
 (B) 不溶於水，可溶於強酸與強鹼中
 (C) X、Y、Z 在週期表中屬於不同週期
 (D) 其組成元素 X 的價電子位於 K 層
 (E) 在 $(YZ)^{n-}$ 中，Y 與 Z 共用 1 對電子形成共價鍵

13. 磷原子 ($_{15}\text{P}$) 最穩定的原子核內有 16 個中子，而自然界中也存在另一個具有放射性的磷原子 ^{33}P ，其半生期約為 25 天，下列關於這兩種磷元素的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

(A) ^{33}P 原子核內有 18 個中子
 (B) 兩種磷原子互為同素異形體
 (C) 兩種磷原子的價電子數相同
 (D) 發生化學反應時，兩種磷原子中以 ^{33}P 較易失去電子
 (E) ^{14}C 的半生期約為 5700 年，就半生期而言， ^{33}P 比 ^{14}C 更適合應用於探究古生物的年代

14. 圖 4 為一拉塞福核原子模型的示意圖。其中， $\oplus$ 表示原子核且其中有 11 個質子， $\bullet$ 表示原子核外的電子。試問下列何者為此粒子所帶之淨電荷數？（鈉的原子序 = 11）

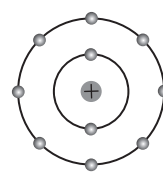
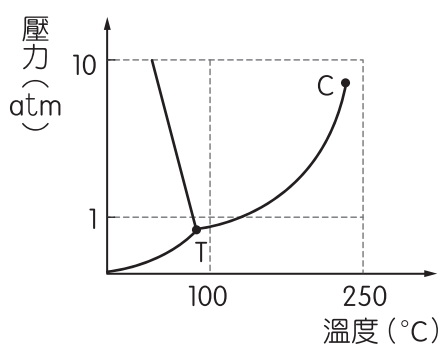


圖 4

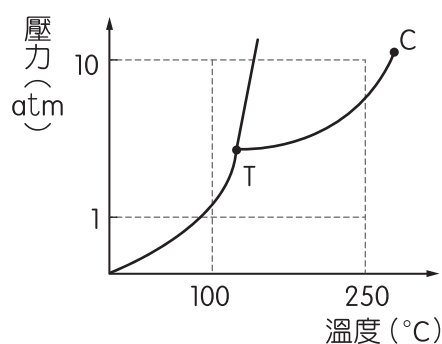
(A) +2 (B) +1 (C) 0
 (D) -1 (E) -2

15. 已知兩純物質甲與乙之相圖分別如圖 5、圖 6 所示，其中 T 點為三相點，C 點為臨界點。下列關於甲、乙兩物質之敘述，哪些正確？（應選 3 項）



甲的相圖

圖 5



乙的相圖

圖 6

(A) 1 atm 下，乙的沸點比甲高
 (B) 甲與乙均可在常壓下發生昇華
 (C) 10 atm 下，固態乙的密度大於液態乙
 (D) 當壓力大於 10 atm 且溫度高於 250 °C 時，甲為超臨界流體
 (E) 常溫、常壓下，將物質甲加熱至 250 °C，可觀察到三態的變化

16. 已知甲、乙兩同族元素的原子序都小於 18，且乙的原子序恰是甲的 2 倍，下列關於甲、乙兩元素的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

(A) 甲原子的價殼層已填滿電子而滿足八隅體
(B) 甲與乙可相互以共價鍵結合，形成數種化合物
(C) 甲在室溫以氣態分子存在，且具有同素異形體
(D) 乙在室溫以固態分子存在，且有同素異形體存在
(E) 乙在室溫下為共價網狀固體，導電性不佳，但具有半導體性質

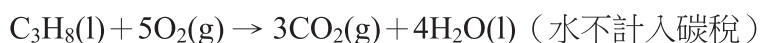
17. 某生取 12.6 克的工業用小蘇打粉加熱，直到重量不再減輕為止，由數據顯示重量減少了 3.10 克，若加熱過程雜質不發生任何反應，且氣態產物皆飄散至空氣中，已知加熱過程的反應式如下：



則此粉末中含碳酸氫鈉的質量百分比約為下列何者？（原子量：H=1，C=12，O=16，Na=23）

(A) 42% (B) 56% (C) 67%
(D) 75% (E) 84%

18. 為了在 2050 年以前達到淨零排放的目標，國際間建立了「碳稅」的機制，我國則是唯一以「碳費」的方式預定在 2026 年開始徵收。新加坡是東南亞第一個實施碳稅的國家，主要針對每年排放超過相當於 2.5 萬噸二氧化碳的溫室氣體之工廠，收取每噸新加坡幣 25 元（相當於新臺幣 600 元）的費用。若我國只要有碳排放便以「碳稅」方式徵收碳排放費用，並適用於每個人民，則裝有 20.0 公斤液化丙烷之瓦斯鋼桶，以新加坡的收費標準需繳納新臺幣多少元的碳稅？



(A) 36 (B) 40 (C) 44
(D) 48 (E) 52

19. 位於細胞核膜上的核孔不是單純的一個孔道，而是由 30 多種、總數多達 1000 個左右的蛋白質構成的複雜結構，稱為核孔複合體。此複合體擔負著控制物質進出細胞核的重要任務，可針對特定物質進行選擇性的轉運。核孔若出現問題使物質無法穿越核膜或過度運送影響基因表現的物質進入細胞核，都可能會造成細胞失常。研究發現某些心血管疾病、神經系統疾病，甚至於許多種類的癌症，皆與核孔出現問題有關。根據所學與上文，關於細胞核與核孔的敘述，下列何者正確？

(A) 核孔位於單層的脂雙層核膜上，是重要的物質通道
(B) 核孔複合體是由蛋白質與核酸共同組裝而成
(C) 核孔會選擇讓特定的離子經過，蛋白質或核酸則無法進出
(D) 核孔的物質運輸若出現異常，可能會造成疾病
(E) 蛋白質合成旺盛的分泌性細胞，核仁數目與核孔皆較少

20. 圖 7 為一個分裂中的細胞，其中 A、B 為一對同源染色體，C、D 為複製而來的染色分體。關於此圖，下列敘述何者正確？（應選 2 項）

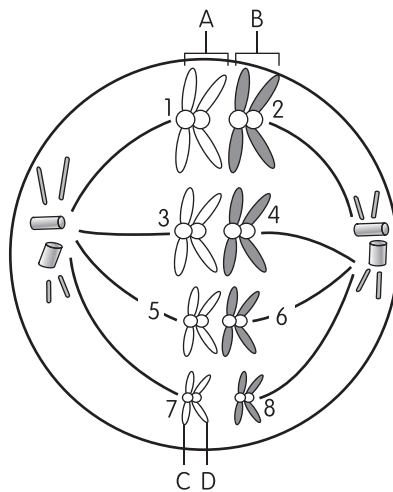


圖 7

- (A)此細胞有可能為植物細胞
(B)此細胞具有 16 個染色體
(C) A 與 B 分別來自不同的親代
(D) C 與 D 上所攜帶的等位基因完全相同
(E)此細胞正在進行減數分裂第二階段
21. 圖 8 中的甲、乙為地球上生物細胞內兩種重要的能量轉換反應，植物可藉此將光能轉變為化學能，提供自身利用，或透過食物鏈等途徑提供其他生物的代謝之用。根據此圖，下列敘述何者正確？
- $$\text{葡萄糖} + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\text{乙}]{\text{甲}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- 圖 8
- (A)甲反應為光合作用、乙反應為呼吸作用
(B)甲反應是將光能轉變為化學能的過程
(C)乙反應產生的氧氣是由二氧化碳分解而來
(D)甲反應可產生 ATP，供細胞進行需能的代謝反應
(E)乙反應在自然界中只可於植物細胞的葉綠體中進行
22. 1980 年代，渥易斯分析細胞中的核酸分子，發現一般大眾熟知的細菌其實分屬兩群外形雖極為相似，但基因組成卻大不相同的生物，他將其分為真細菌與古細菌。渥易斯在進行細菌的核酸分析時，是運用位於核糖體內的 RNA，因為核糖體 RNA 的序列非常穩定而保守，不像一般細菌的抗藥性基因，可以在細菌之間傳來傳去而被改寫。正因核糖體 RNA 相對變化較少，容易保留原始細胞的訊息，透過核酸定序分析可進行微生物的分類與研究。根據所學與上文，下列何者正確？
- (A)真核細胞的 RNA 除了位於核糖體之外，其餘皆在細胞核中
(B)核糖體是由膜包裹著 RNA 與蛋白質的構造
(C)核糖體 RNA 是雙股構造，所以比細胞質中的 RNA 穩定
(D)細菌因沒有細胞核，無 DNA 可分析，故使用核糖體 RNA
(E)真細菌與古細菌雖皆無細胞核，但兩者的遺傳組成差異很大

23. 科學家運用基因轉殖技術，將蘇力菌的毒蛋白基因轉殖送入棉花細胞中，轉殖成功的棉花會製造毒蛋白，前來啃咬的昆蟲攝入後會因腸胃道被破壞而死亡，如此雖可減少農藥的使用，降低對環境的危害，但亦有人擔心毒蛋白可能會殺死非目標昆蟲，或者毒蛋白基因逸散至其他植物身上，因而衝擊自然環境。關於上文與基因轉殖的敘述，下列哪些正確？（應選 3 項）
- (A)轉殖成功的棉花屬於基因改造生物
(B)棉花的基因與毒蛋白的基因都是雙螺旋的結構
(C)未轉殖毒蛋白基因的棉花若被昆蟲啃咬，可透過免疫反應製造毒蛋白
(D)未經基改的棉花透過雜交培育，也可以產生能製造毒蛋白的棉花
(E)目前基因轉殖的生物除了細菌，也已拓展至植物與動物
24. 噬菌體是細菌病毒，其結構單純，只由蛋白質包裹著遺傳物質而成。當其感染細菌時，會將其 DNA 注入細菌體內，隨後在細菌體內製造出新的 DNA 與新的蛋白質外殼，組裝後細菌破裂，噬菌體釋出繼續感染其他細菌（如圖 9）。某科學家先以放射性物質標記噬菌體：蛋白質外殼以 ^{35}S 進行標記、DNA 則以 ^{32}P 進行標記，然後讓此噬菌體感染大腸桿菌。經過一段時間後，將大腸桿菌的培養液進行震盪後離心，使大腸桿菌沉澱下來，隨後檢測上清液與沉澱物的放射性。根據上述，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

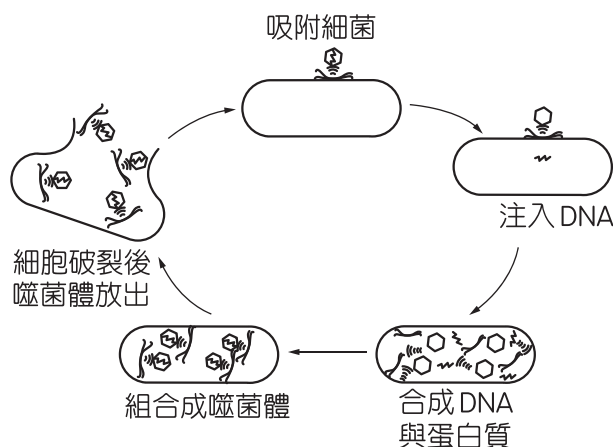


圖 9

- (A)在沉澱物中可以檢測得到 ^{35}S
(B)噬菌體在細菌內進行有絲分裂，產生大量子代進而感染其他細菌
(C)噬菌體雖然沒有細胞構造，在進入細菌後仍可進行繁殖
(D)噬菌體利用細菌內的物質作為原料，合成自己的 DNA 與蛋白質
(E)根據此實驗可推論噬菌體透過 DNA 傳遞遺傳訊息
25. 已知決定果蠅眼色的基因位於 X 染色體上，紅眼對白眼為顯性。若一對親代果蠅交配，得到子代雌雄比例為 1：1、紅眼與白眼的比例亦為 1：1，請問下列何者可能為此對親代果蠅染色體與基因組合？
- (A) X^RX^R , X^RY (B) X^RX^R , X^rY
(C) X^RX^r , X^RY (D) X^RX^r , X^rY
(E) X^rX^r , X^rY

26. 在利用顯微鏡觀察各種不同動植物細胞的實驗中，不同的材料各有其適合的取樣方式以達到最清晰的觀察結果。關於此實驗過程與結果的描述，下列何者正確？

(A)欲觀察葉片下表皮氣孔，須先將下表皮折斷然後向上輕撕
(B)欲觀察香蕉中的澱粉粒，要先以亞甲藍染色才容易觀察
(C)洋蔥表皮細胞沒有葉綠體，但透過染色則可以觀察到細胞核
(D)在人的血液抹片的觀察中，可以觀察到大量具有細胞核的紅血球
(E)欲知口腔上皮細胞的大小，可將上皮細胞放在載物臺測微器上進行測量

27. 某生觀察洋蔥細胞進行有絲分裂的過程中，發現視野左側有一細胞正進行至分裂後期，染色體已移至細胞兩端（如圖 10），若該生想要更仔細的觀察此細胞，下列操作步驟哪些正確？（應選 2 項）

(A)此玻片樣本來自洋蔥表皮
(B)將玻片載向左上側移動，使細胞移到視野正中央
(C)將載物臺降低後轉動旋轉盤換成高倍物鏡
(D)以粗調節輪重新找到細胞
(E)以細調節輪調整焦距至清晰

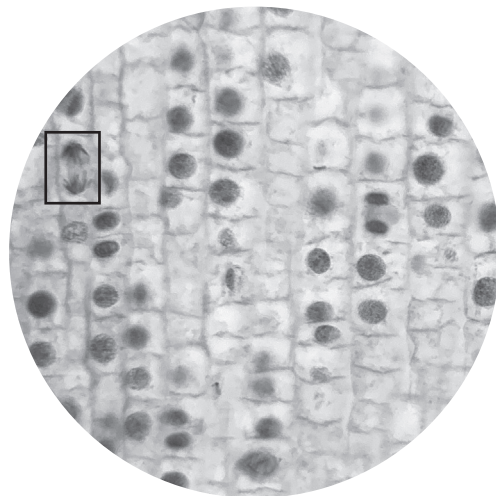


圖 10

28. 下列有關大氣運動的敘述，何者正確？

(A)在氣壓梯度力、科氏力與摩擦力平衡後，地轉風的風向會指向低壓的方向
(B)在中緯度的空氣運動愈快，受到科氏力的影響就會愈小
(C)在高空的風向平行等壓線，主要是氣壓梯度力與科氏力達平衡的結果
(D)一空氣塊在絕熱狀態受到抬升作用，會使其溫度也隨之上升
(E)空氣垂直向上運動的速度通常較水平流動的速度更快

29. 某科學家在甲地層中發現一含有放射性元素 X 的岩石樣本，經放射性同位素定年法，發現

該岩石中 X 元素的含量為其原始含量（剛形成時的含量）的 $\frac{1}{8}$ ，且無任何外界因素影響 X 元

素含量的變化。已知 X 元素的半衰期為 150 萬年，則該岩石樣本形成的年代距今約多少年？

(A) 18.75 萬年 (B) 37.5 萬年 (C) 450 萬年
(D) 600 萬年 (E) 1200 萬年

30. 關於太陽系的形成，下列哪一項敘述最能解釋為何類地行星與類木行星在組成成分上存在顯著差異？

(A)原始太陽的質量較小，無法吸引較輕的氣體分子聚集在內側軌道
(B)太陽風將原始太陽星雲中的所有氣體都吹到了太陽系的最外圍
(C)沸點較低的物質在汽化後，於太陽風的作用下被送至外圍較冷的區域凝聚，而沸點較高的岩石和金屬等物質，聚集撞擊後形成類地行星
(D)類木行星形成的時間較早，因此有更多的機會汲取原始太陽星雲中的氣體
(E)類地行星與類木行星的形成位置不同，因此接受到的太陽輻射量不同，進而影響其化學反應

31. 在晴朗無雲的夜晚，小明於 24°N 的彰化觀察星空。下列關於他所見星空景象的敘述，何者最可能是正確的？
- (A)無論任何季節，他都可以看到完整的南天球星空
 - (B)他永遠無法看到天球赤道以北的星體
 - (C)他可以觀察到星體繞著共同圓心旋轉的現象，此現象與地球繞日公轉有關
 - (D)他可以看見北極星，且北極星位於仰角約 24° 的位置
 - (E)如果他將相機朝向東方天空長時間曝光，所拍攝到的星軌會呈現同心圓
32. 下列關於從地球觀測天體的相關敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A)因地球自轉與公轉的緣故，在地球上觀測到的恆星，每隔一天的相同時刻會向東偏移約 1°
 - (B)位於火星與木星軌道之間的小行星帶，主要由岩石、金屬礦物組成
 - (C)若觀察到一個星系的光譜呈現紅移現象，表示此星系正在靠近觀測者
 - (D)亮度相同的恆星，其發光強度也會相同
 - (E)恆星的視星等數值愈小，亮度愈高
33. 圖 11 分別為甲、乙、丙三顆恆星的輻射能量強度與波長的關係圖，波長 $400\sim 700\text{ nm}$ 約為可見光波段。下列關於此圖的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

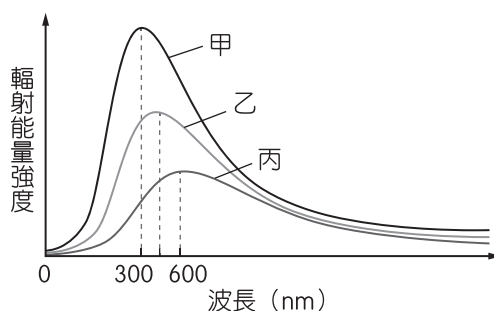


圖 11

- (A)表面溫度：甲 $>$ 乙 $>$ 丙
 - (B)表面溫度：甲 $<$ 乙 $<$ 丙
 - (C)甲星看起來的顏色是藍白色
 - (D)甲星看起來的顏色是紅色
 - (E)輻射能量強度峰值位於 250 nm 波長的恆星，該星的總輻射強度皆會大於甲、乙、丙三顆恆星
34. 一未飽和空氣塊在高山山腳海拔 0.5 km 處，氣溫為 25°C 、露點溫度為 15°C 。若該空氣塊沿著山坡抬升，且抬升過程皆處於絕熱狀態。假設山頂位於海拔 2.5 km 處，請問該空氣塊在抬升過程中，約在哪個高度開始凝結成雲？而到達山頂時，氣溫約為多少 $^{\circ}\text{C}$ ？（假設露點溫度隨高度的變化可忽略，乾絕熱直減率為 10°C/km 、溼絕熱直減率為 6°C/km ）
- (A)凝結高度約海拔 1.5 km ，山頂氣溫約 8.0°C
 - (B)凝結高度約海拔 1.5 km ，山頂氣溫約 9.0°C
 - (C)凝結高度約海拔 1.5 km ，山頂氣溫約 12.0°C
 - (D)凝結高度約海拔 1 km ，山頂氣溫約 8.0°C
 - (E)凝結高度約海拔 1 km ，山頂氣溫約 9.0°C

35. 下列關於大氣分層的敘述，何者正確？

- (A)我們可以依據氣溫隨緯度的變化趨勢，將大氣分為對流層、平流層、中氣層和增溫層
- (B)平流層的空氣容易垂直對流，早期國際航線的飛機多飛行於此層底部，以減少長程飛行的顛簸不適
- (C)中氣層底為該層溫度最低之處
- (D)增溫層的空氣密度與氣溫都隨高度增加而上升
- (E)對流層最接近地表，也是雲、雨、霧等天氣現象主要發生的區域

36. 下列關於影響空氣水平運動之作用力的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A)氣壓梯度力的方向與等壓線垂直，且單位距離間的壓力差愈大，氣壓梯度力也愈大
- (B)科氏力在北半球使物體的行進方向向原行進方向的左側偏移
- (C)摩擦力的方向與空氣運動方向相同，會加速空氣的流動
- (D)在近地面，風由陸地上吹往海面上時，因摩擦力減少，其風向與等壓線的夾角也會縮小
- (E)在近地面，摩擦力會使風向與等壓線產生夾角，風會流向高壓

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，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。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

1827 年植物學家布朗在顯微鏡底下觀察懸浮於水中的各種植物花粉，發現花粉皆呈現不規則的運動，此運動稱為「布朗運動」。圖 12 為某次花粉在 x - y 平面上的運動軌跡，圖中未顯示花粉在 z 方向的軌跡。

雖然當時科學家尚未證實分子的存在，但在 1905 年愛因斯坦認為「布朗運動」是花粉受到周圍水分子隨機碰撞所致，並透過理論計算出花粉運動的軌跡特性，於 1908 年由科學家佩蘭經實驗證實了愛因斯坦的理論。

若將花粉視為半徑 r 的球形顆粒懸浮於某液體中，在 x - y 平面上每經過一段時間間隔 τ ，分別記錄花粉在時間間隔內的位移量值為 S_1 、 S_2 、……、 S_N ，其中 N 為記錄的次數。實驗所得位移量值平方的平均值為 $\overline{S^2} = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{N}$ ，根據愛因斯坦的理論可知 $\overline{S^2} = \frac{\rho}{r} \tau$ ，其中 ρ 是與液體分子特性有關的物理量。

圖 13 為某次「布朗運動」之實驗紀錄，花粉為半徑 $0.50 \mu\text{m}$ 的顆粒，每經過 100 s 記錄一次花粉在 x - y 平面上的位置，於圖 13 中用黑點標記之，最後將數據點依序連線，圖中每一個小方格長度為 $1 \mu\text{m}$ 。黑點旁的數字為實驗紀錄的順序，花粉的起始位置標記為「0」。依據上述資料，回答下列問題：

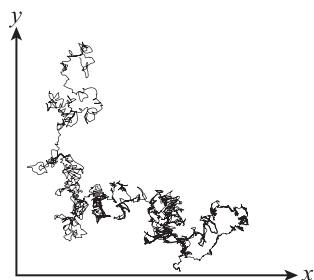


圖 12

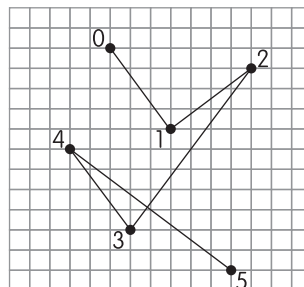


圖 13

37. 下列關於「布朗運動」的實驗與理論之敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A)「布朗運動」是分子存在的有力證據
- (B)實驗過程中若增加 τ 值，會使 ρ 值變小
- (C)實驗過程中若增加 r 值，會使 $\overline{S^2}$ 值變小
- (D)若選擇體積相同但質量較大的花粉顆粒進行實驗，會使 $\overline{S^2}$ 值變小
- (E)若實驗器材與設置保持不變，重複進行實驗可以得到相同的花粉軌跡

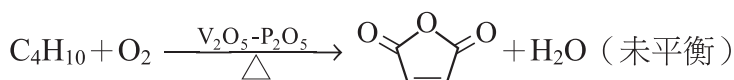
38. 下列關於圖 13 中，花粉從編號 2 位置移動到編號 3 位置的運動過程及軌跡之敘述，哪些較合理？（應選 2 項）

- (A)此過程為等速運動
- (B)此過程為等加速運動
- (C)此過程為變加速運動
- (D)此過程的運動路徑為一直線
- (E)此過程的運動路徑非一直線

39. 根據圖 13 中的 5 組數據計算出 $\overline{S^2}$ 值，並利用愛因斯坦的方程式算出 ρ 值。（需寫出計算步驟，並以 SI 基本量表示 ρ 的單位）（4 分）

40.~42. 題為題組

不良商人為了使其澱粉製品更有彈性，而將順-丁烯二酸酐加入澱粉中，以迎合消費者的口感，雖然目前尚未證實順-丁烯二酸酐對人體有害，但在某些動物實驗上發現可能對腎臟造成傷害，因此我國並未核准使用於食品中。2013 年就曾經發生粉圓、芋圓及黑輪等食品中，遭不良商人添加了順-丁烯二酸酐，而造成民眾的恐慌。順-丁烯二酸酐可用「正丁烷氧化法」製取，反應式如下：



40. 「正丁烷氧化法」製取順-丁烯二酸酐的反應式中， $\text{V}_2\text{O}_5-\text{P}_2\text{O}_5$ 在反應過程中的主要功能為何？（1 分）又依其反應式則原子經濟為多少 %？（需列出計算過程，無計算過程不予計分；原子量：H=1.0，C=12，O=16）（3 分）

41. 某工廠以「正丁烷氧化法」製取順-丁烯二酸酐，其生產設備只能達到 75.0% 的產率，若每日順-丁烯二酸酐的產能需達 735.0 kg，則每日至少需原料正丁烷多少 kg？

$$\text{產率} = \frac{\text{實際產量}}{\text{理論產量}} \times 100\%$$

- (A) 580.0
- (B) 620.4
- (C) 680.8
- (D) 715.6
- (E) 770.1

42. 歐美國家雖未禁止順-丁烯二酸酐作為食品添加劑，但也訂出成年人每公斤體重的「每日耐受量」（TDI，也就是一天吃進多少是可以接受的範圍）為 0.1 mg。在當年衛生署檢驗某廠黑輪的結果，其濃度達 500.0 ppm，則體重 60.0 kg 的成年人食用此廠的黑輪，依 TDI 標準最多不應超過多少 g？（ $1.0 \text{ ppm} = \frac{1.0 \text{ g}}{10^6 \text{ g}}$ ）（2 分）

43.~45. 題為題組

細胞的自噬作用是細胞為維護健康清理自己的過程，「自噬」字面上的意義就是吃自己。進行自噬作用時細胞會形成吞噬泡，先以吞噬泡向外延伸形成雙層膜的自噬小體，包裹欲破壞或分解的胞器與蛋白質後，再與溶體結合來分解這些構造，並回收其中的物質。

43. 圖 14 為自噬作用進行的過程，根據此圖，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

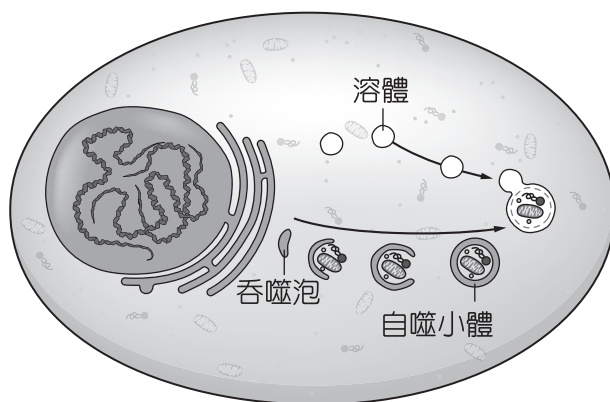


圖 14

- (A) 吞噬泡的成分是與內質網類似的磷脂膜
(B) 吞噬泡、自噬小體及溶體都與核膜一樣，是具雙層膜的構造
(C) 自噬小體中含有多種酵素，可以分解老舊胞器與蛋白質
(D) 溶體中的酵素是由細胞核中的基因轉錄、轉譯所產生
(E) 若分析自噬小體中的物質，可能會發現老化的粒線體
44. 自噬作用的過程有許多蛋白質與酵素參與，例如：當細胞自噬作用活化時，LC3- I 蛋白會去掉一小段多肽轉變為 LC3- II，LC3- II 可促使自噬小體與溶體結合，讓溶體內的酵素來進行分解。因此透過分析 LC3- I / LC3- II 的比值，可以知道細胞進行自噬作用的活性。某研究將體能狀況類似的小鼠分為對照組、中等強度運動及高強度運動三組，經過訓練一段時間後，測量各組小鼠心肌細胞中的 LC3- I 與 LC3- II 的相對含量，結果如圖 15。請問此三組的 LC3- I / LC3- II 比值由高至低依序為何？（3 分）

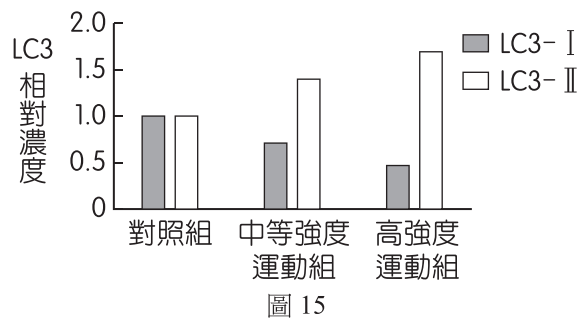


圖 15

46.~48. 題為題組

家住花蓮海邊的小明，平時早晨喜歡在自家庭院的釋迦樹旁觀賞日出，夜晚則觀察星空。在春分的早晨，小明回想一年前的春分至今，雖然日出都是在東方，卻從海岸線的不同位置升起。而當天晚上在觀星時，也發現這一年內，每晚同一時間所看到的星空也不盡相同。

圖 16 內圈是由北極上空側方往地球方向觀測的繞日公轉軌道示意圖，A~D 為 4 個節氣地球所在的位置（春分、夏至、秋分、冬至，但未照順序），外圈是從地球上觀測，太陽在一年中會經過的 12 個星座（暫忽略蛇夫座，且假設每個星座在黃道上都占 30 度）。

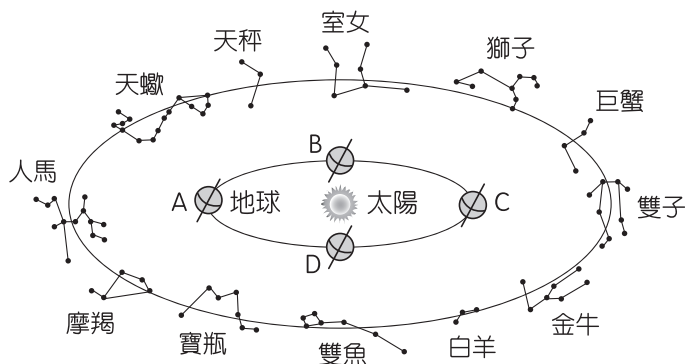


圖 16

46. 請問於去年春分到今年春分這段時間，小明每天早晨面對正東方欣賞日出時，觀察到的日出位置會如何移動？
- (A)一直往右移動
(B)一直往左移動
(C)先往右、再往左移動
(D)先往左、再往右、再往左移動
(E)先往右、再往左、再往右移動
47. 中天是指天體在周日運動的過程中，出現在最高點的位置，也是該天體最接近天頂的時刻。請問春分當天，小明於晚上 8 時、10 時與 12 時，依序會在中天附近觀察到下列哪些黃道上的星座？
- (A)巨蟹、獅子、室女
(B)天蠍、天秤、室女
(C)摩羯、天蠍、室女
(D)摩羯、寶瓶、雙魚
(E)金牛、白羊、雙魚
48. (a) 某日晚上 10 時雙子座的北河二通過中天，則 30 天後，約在幾時可以再次觀察到北河二出現在中天的位置？（2 分）
- (b) 承(a)題，主要是由於哪兩種天體運動，造成在地球上觀測同一星體時，每日出現在同一位置的時間會有所變動？（勿只寫周日、周年運動，詳細指出哪顆星體進行何種運動）（2 分）

49.~54. 題為題組

從 1957 年人類第一次發射人造衛星後，對於宇宙的探索不斷擴展，其中確認太陽系中是否仍有其他適合居住的星球，一直是探索太空的重要任務之一。美國太空總署（NASA）於佛州時間 2024 年 10 月 14 日發射「木衛二快艇」探測器，要一探木衛二是否有孕育生命的條件。

反觀地球，這顆我們賴以生存且目前所知唯一適合生命生存的星球，除了有來自太陽提供的穩定能量外，地球與太陽的適當距離，也使水可以三態形式存在。另外，還擁有兩種重要的防護罩，因而孕育出豐富的生命體系。

49. 原子核藉由強核力將核內的粒子結合在一起，並產生反應釋放巨大的能量，稱為核融合反應。在融合之前會先因太陽內部不穩定的原子核進行衰變（例如：質子衰變成中子），進而進行粒子的結合。下列何者為太陽內部原子核衰變的主要機制？

- (A)重力 (B)電磁力 (C)強核力 (D)弱核力 (E)萬有引力

50. 因地球與太陽之間的適當距離，水能以三態的形式在地球上存在，以微觀角度來看，下列哪些物理量會因物質狀態的不同而改變？（應選 3 項）

- (A)物質粒子間的平均距離
(B)物質粒子的種類
(C)物質粒子間的引力大小
(D)物質粒子的運動狀態
(E)物質粒子本身的大小

51. 若質量為 m 的木衛二快艇，由地球前往木衛二的過程中，在距離地球質心 r 處，受到來自地球（質量 M ）與木衛二（質量 m' ）的萬有引力之合力為零，則此時木衛二快艇與木衛二質心的距離為何？（以 M 、 m 、 m' 、 r 表示，不一定皆需使用）（2 分）

52. 針對保護地球的兩種防護罩，下列敘述何者正確？

- (A)磁層可抵擋小行星撞擊，避免其墜落到地球表面
(B)因地球磁場作用影響，形成完全包覆地球的圓球狀磁層
(C)因有大氣層保護，建置在地表的天文望遠鏡只能接收到能量較低的無線電波波段
(D)當太陽活動處於高峰期時，在極區大氣層產生極光的機率也會提高
(E)平流層內含量比例最高的氣體為臭氧，主要吸收對人體有害的紫外線

53. 透過大氣與環境不斷的演變，才成為現今適合生命生存的地球。根據地球環境演變的過程，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A)海洋中的帶狀鐵礦，主要是來自藍綠菌（藍菌）行光合作用釋放氧氣與水中鐵離子化合的產物
(B)當地球開始降溫，大氣中的水氣大量凝結降水，在地表低窪處累積，形成初始海洋
(C)現今大氣比例最高為氮氣，因該氣體化學性質相對穩定，不易與其他元素產生化合作用
(D)初始地球火山噴發，大量噴發的氣體包含氧氣，延續至今其比例占大氣約 20%
(E)約 40 億年前，地球大氣中二氧化碳濃度比例急速下降，主要是因為臭氧層形成後，陸地植物行光合作用所導致

54. 假設木衛二快艇上有攝影相關儀器，可將非常清楚的影像傳回地球。此時木衛二快艇與木星的距離，以及木衛二快艇與地球的距離比為 1：9，假設觀測時不受外界任何因素干擾，且地球上觀測木星的視星等為 -3。請根據上述條件，回答下列問題。
- (a) 相較地球上，此時在木衛二快艇上看到木星的「亮度」將變亮或變暗幾倍？（1 分）
- (b) 承(a)題，此時在木衛二快艇上看到木星的視星等為多少？（1 分）

55.~60. 題為題組

祐甯想利用簡單的步驟在家裡分離出奇異果的 DNA，於是她買了一顆奇異果作為原料，並依課本上的步驟準備器材，但因為沒有買到酵素，所以她準備鳳梨汁作為代替。

經過如下探究主題一與探究主題二的操作後，她成功地在酒精與水溶液的交界處看到棉絮狀的白色物質。

實驗步驟：

步驟一：將奇異果搗爛

步驟二：加入含 10% 清潔劑的濃食鹽水 10 mL 後，再充分混合 3 分鐘

步驟三：加入新鮮鳳梨汁 10 mL 後，再充分混合 3 分鐘

步驟四：以雙層紗布過濾後，將 5 mL 濾液置入試管

步驟五：取 95% 冰酒精 5 mL，沿試管壁緩緩加入試管，靜置 5 分鐘

步驟六：用接種環捲起棉絮狀的白色物質，並以 95% 冰酒精清洗後靜置乾燥

探究主題一：

為了進一步探究步驟二裡加入不同界面活性劑造成的影響，她選用了三家不同的清潔劑作為探究主題一的對象：

清潔劑 A：主成分是陰離子型界面活性劑（聚氧乙烯月桂醚硫酸酯鈉（SLES））

清潔劑 B：主成分是陽離子型界面活性劑（二十二烷基三甲基氯化銨（BTAC））

清潔劑 C：主成分是非離子型界面活性劑（十八烷醇）

實驗結果如表 1：

表 1

清潔劑種類	洗碗精	A	B	C
能否觀察到棉絮物質	是	是	是	是
棉絮物質的量 (以洗碗精的量為基準)	1	0.8	1.2	0.5

探究主題二：

祐甯在探究主題二選用了(甲)市售鳳梨果汁與(乙)罐頭裡的鳳梨汁作為步驟三新鮮鳳梨汁的對照，結果記錄如表 2：

表 2

鳳梨汁種類	新鮮鳳梨汁	(甲)市售鳳梨汁	(乙)鳳梨罐頭
能否觀察到棉絮物質	是	是	否
棉絮物質的量	多	少	無

請依你所學知識與祐甯的實驗結果回答下列問題：

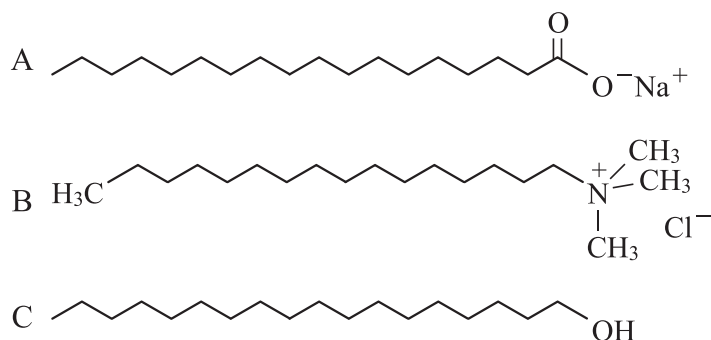
55. 關於整個實驗過程中的處理，下列敘述何者正確？

- (A)加入清潔劑是為了破壞細胞膜與核膜
- (B)加入濃食鹽水是為了利用滲透作用破壞細胞膜
- (C)加入新鮮鳳梨汁是為了分解細胞膜上的蛋白質成分
- (D)加入 95% 冰酒精是為了增加 DNA 溶解度
- (E)每一條棉絮狀的白色物質皆是一條完整的 DNA 分子

56. 實驗過程中，哪些步驟有利用物質的物理性質加以分離？（應選 2 項）

- (A)將奇異果搗爛
- (B)加入清潔劑
- (C)加入濃食鹽水
- (D)加入新鮮鳳梨汁
- (E)加入 95% 冰酒精

57. 祐甯在進行探究主題一的時候發現：每一種界面活性劑最後都能得到棉絮狀的 DNA，只是量多或量少的差異，經資料查找，她發現洗碗精中主要的界面活性劑是陰離子型的烷基苯磺酸鈉，於是她做出了「陽離子型界面活性劑溶解細胞膜的效果較佳」的推論；下面有 A~C 三種界面活性劑，請指出 A~C 分別是何種界面活性劑？（1 分）（提示：從具洗滌能力的部分所帶之電性來判斷）並指出界面活性劑中有哪些化學鍵？（1 分）



58. 在探究主題二中，祐甯發現鳳梨罐頭中的鳳梨汁無法在最後得到棉絮狀 DNA，經資料查找，她選用的鳳梨罐頭在製作過程中會將鳳梨片烹煮過，請問這個動作主要是破壞了鳳梨汁中的何種成分，使得 DNA 無法被有效提取？

- (A)醣類
- (B)去氧核糖核酸
- (C)蛋白質
- (D)膳食纖維
- (E)果酸

59. 若祐甯想將得到的 DNA 再加以純化，請問她可以加入本實驗中的什麼溶液讓析出的 DNA 再溶解？（2 分）

60. 綜觀整個過程，祐甯使用各種試劑並在最後分離出了 DNA，請問下列哪一個分離過程跟本實驗的概念與原理最為相近？

- (A)將麥酒蒸餾成威士忌
- (B)在 TLC 片上測試樣本成分
- (C)鹽田晒鹽
- (D)以溶解過濾法去除粗鹽中的沙粒
- (E)用紗布將豆漿中的豆渣去除

