

全國公私立高級中學

111 學年度學科能力測驗第四次聯合模擬考試

考試日期：111 年 12 月 6~7 日

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）。
- 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。

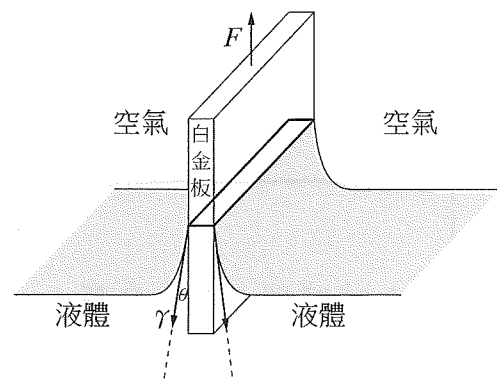
第壹部分、選擇題 (占 72 分)

說明：第 1 題至第 36 題，含單選題及多選題，每題 2 分。

1. 昆蟲可以在水面上行走、金屬針可以浮在水面上，上述現象都與表面張力有關。表面張力的測量方法有很多，其中白金板法由於簡單、準確，且白金板易清洗好保養，是目前用來測量表面張力最普遍的方法。白金板法量測的示意圖如圖(1)，其數學關係式如下：

$$F = mg + \gamma L \cos \theta - Ah\rho g$$

- 其中， F ：實驗量測的力
 m ：白金板的質量
 γ ：表面張力
 L ：白金板與液體交界的周長
 θ ：表面張力與白金板間的接觸角
 A ：白金板的截面積
 h ：白金板在液面下的高度
 ρ ：液體密度
 g ：重力加速度



圖(1)

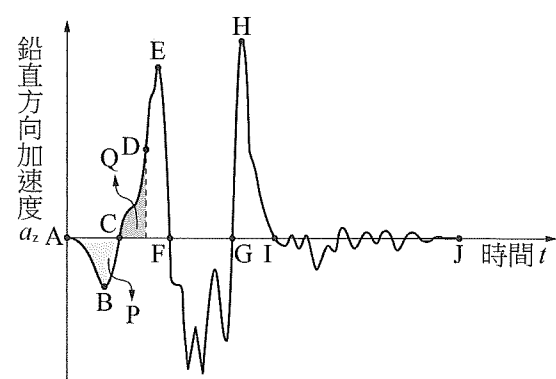
由以上所述，可知表面張力可能和下列哪些物理量有相同的單位？(應選 2 項)

- (A) 水管中通過某一截面之水流量隨時間的變化率
 (B) 拉張之繩子上任一點的張力
 (C) 密閉容器之器壁因受理想氣體分子碰撞，其單位面積單位時間所受的衝量
 (註：衝量與質量×速度的單位相同)
 (D) 照光物體的表面，單位面積所接收到的光能
 (E) 高溫物體的表面，單位時間所輻射的熱能

2. 2019 年底至今，肆虐全球的嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19)，其病原體大小約為多少 m？

- (A) $< 10^{-9}$ (B) $10^{-9} \sim 10^{-6}$ (C) $10^{-6} \sim 10^{-3}$
 (D) $10^{-3} \sim 10^0$ (E) $> 10^0$

3. 手機有許多內建元件，可利用它來作為量測之工具。將手機貼於與肚臍眼等高的腰際，人鉛直站立於水平地面，由靜止開始，利用手機 APP「Phyphox」量測鉛直跳躍運動的加速度，由所測得的數據，經分析、處理、作圖得鉛直跳躍運動全程的鉛直方向加速度 a_z 與時間 t 關係圖如圖(2)，圖中 P 與 Q 面積相等，鉛直方向向上為正方向。假設鉛直跳躍運動的過程中，肚臍眼只有在鉛直方向運動。由圖(2)可知，關於此次鉛直跳躍運動，下列哪一敘述正確？



圖(2)

- (A) 在 C 時刻，肚臍眼的鉛直高度可能為運動全程的最低點
 (B) 在 D 時刻，肚臍眼的鉛直方向速度量值為 0
 (C) 在 F 時刻，肚臍眼在鉛直方向開始向下運動
 (D) 在 G 時刻，肚臍眼的鉛直高度可能為運動全程的最低點
 (E) 在 H 時刻，肚臍眼的鉛直高度為運動全程的最高點

4. 將相同的單色光自真空中以相同的入射角 i 射入甲、乙兩透明無色介質中，產生的折射角分別是 $\theta_{甲}$ 和 $\theta_{乙}$ ，若 $i > \theta_{甲} > \theta_{乙}$ ，則下列敘述何者正確？
 (A) 甲介質的折射率大於乙介質的折射率
 (B) 甲介質中的光速小於乙介質中的光速
 (C) 甲介質中的光波長大於乙介質中的光波長
 (D) 甲介質中的光頻率大於乙介質中的光頻率
 (E) 若人眼於甲乙兩介質中看光線，看到的光線顏色不相同

5-6 題為題組

地熱能是少數能夠作為基載電力的再生能源。依深度來說，地熱一般可以分為淺層和深層兩種；依地質條件來說，則可以分為火成岩的地熱和變質岩的地熱兩種。因板塊作用而被擠壓至地下深處的海洋板塊，因高溫使岩石溶解產生部分熔融，與近地表的大陸板塊岩石交互作用，沿著地層裂隙噴出地表，是火成岩型的地熱，例如大屯火山。火山地底下的岩層結構比較完整，地熱能來自岩漿，透過岩層的裂隙冒上來，因為岩漿冒出地點及地質構造較清楚，可降低開發的風險，又能在比較淺層的地方取得地熱資源。目前全世界的地熱發電已經達到 10 GW，絕大部分都是屬於火山型地熱能。

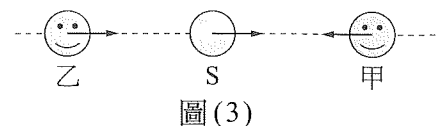
深埋在地下沉積岩層受到溫度、壓力的影響形成變質岩，受到板塊作用的影響，使這些高溫變質岩快速抬升到近地表，形成主要變質岩地熱區，此類地熱區因地質構造複雜、岩石岩水特性較低等缺點，導致開發技術上面臨較大的考驗。

而發電的效率是與溫差有關，高溫熱源和冷卻水的落差，就是可利用的範圍。冷卻水溫度大概都固定在 20 到 30°C 左右，故效率高低主要就取決於熱源最高溫度。像是火力電廠的溫差一般來說是 500 到 600°C，熱能轉換電能的效率可到 40% 以上；地熱發電以地熱井深度 2000 公尺而言，溫差大約是 200°C 左右，通常熱轉換效率大概只有 12%。若要提高溫差到 500°C，地熱井深度大約需達到 10 公里，成本相當高。(本文改寫自工業技術研究院_工業技術與資訊月刊 蔡坤霖 2013.5)

(參考物理量：熱功當量 4.2 J/cal，水的比熱為 1 cal/g·°C，冰的比熱為 0.5 cal/g·°C，水蒸氣為 0.48 cal/g·°C，蒸發潛熱為 539 cal/g)

5. 根據本文，下列敘述何者是正確的？
 (A) 地熱能可作為基載電力的再生能源，是因不受環境影響
 (B) 臺灣大屯火山的地熱能屬於變質岩的地熱
 (C) 目前 10 GW 的地熱資源，絕大部分都是淺層火山型地熱
 (D) 火力電廠的功率約為地熱發電的 2.5~3 倍
 (E) 發電的效率與熱源最高溫度無關
6. 子瑜想自製發電機為手機充電，假定自製發電機能量轉換過程中並無散失，若手機電池規格為 5 V、5000 mAh，使用 10 W 充電器，則下列敘述哪些是正確的？(應選 2 項)
 (A) 進行一次完整充電，須耗時 2.5 小時
 (B) 完成充滿電量，自製發電機需提供 9×10^4 焦耳的能量
 (C) 自製發電機若使用重力位能轉換的方式，則充電過程中每秒須持續將 1 公斤的重物等速下降約 2 公尺
 (D) 若 1 度電的電費 5 元，充滿手機電池電量一次的費用為 0.025 元
 (E) 若子瑜改由地熱發電系統進行充電，每秒約需 3.5 毫克水蒸氣即可供應所需電力

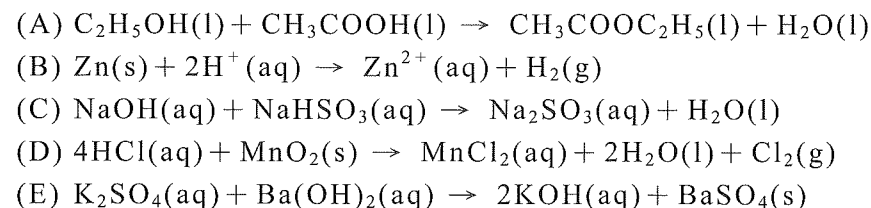
7. 如圖(3)所示，在直線上有一聲波波源 S 以及觀察者甲和乙，波源發出頻率為 f_0 的聲波，在靜止的空氣中波速率為 v_0 ，S 靜止時發出的聲波波長為 λ_0 。若 S 以 v_1 的速率向右運動，甲以 v_2 的速率向左運動，乙以 v_3 的速率向右運動，且 $v_0 > v_1 > v_2 = v_3$ ，則下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



圖(3)

- (A) 甲和乙會觀察到頻率相同的聲波
 (B) 甲觀察到的波頻率會低於 f_0
 (C) 乙觀察到的波速率會大於 v_0
 (D) 乙觀察到的波長會大於 λ_0
 (E) 由題目的條件無法判斷乙觀察到的波頻率較 f_0 高或低
8. 美國物理學家理察·費曼，在著作《費曼物理學講義》裡表示，電子的雙狹縫實驗所展示出的量子現象絕對不可能以任何古典方式來解釋，它包含了量子力學的核心思想。而事實上，透過電子雙狹縫實驗，可以觀察到量子力學世界的奧秘。有關電子雙狹縫實驗與物質波的敘述，下列何者正確？
- (A) 電子雙狹縫實驗的結果顯示電子具有波粒二象性
 (B) 電子雙狹縫實驗是歷史上第一個以實驗證明物質波存在的實驗
 (C) 基本粒子皆具有其對應的物質波；非基本粒子不具有其對應的物質波
 (D) 電子物質波的存在，說明了電子的質量是以波的形式分布在空間中
 (E) 若一次入射一個電子通過雙狹縫，則在發射了許多個電子之後，在屏幕上將不會出現干涉條紋
9. 光電效應的實驗中，當光束照射在金屬表面上，而使金屬表面有釋出光電子的情況下，請問下列關於實驗結果的敘述何者正確？
- (A) 當照射光之強度愈強，其他條件不改變時，金屬的底限頻率就愈小
 (B) 當照射光之強度愈強，其他條件不改變時，釋放出之光電子數目愈多
 (C) 當照射光之波長愈短，其他條件不改變時，釋放出之光電子數目愈多
 (D) 當照射光之波長愈長，其他條件不改變時，釋放出之光電子數目愈多
 (E) 當照射光之波長愈長，其他條件不改變時，釋放出之光電子最大，動能愈大

10. 下列反應方程式，何者屬於酸鹼反應？



11. 下列配製各種 0.1 M 水溶液的方法，何者最適宜？（原子量：H=1，C=12，O=16，S=32，Na=23）

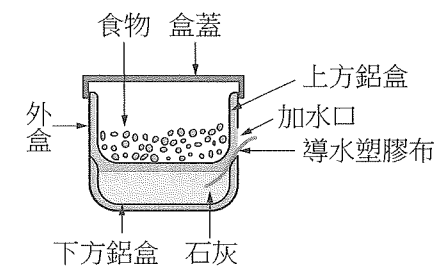
- (A) 取 100 mL 容量瓶加入蒸餾水到刻線後，再加入 40 克氫氧化鈉即可
 (B) 用容量瓶稱取 10 克碳酸鈉，將蒸餾水加入容量瓶內，使其總重量達 100 克，混合均勻即可
 (C) 在 100 mL 容量瓶中加入少許蒸餾水，再用量筒量取 10 mL 98% 的濃硫酸倒入容量瓶中，加水至刻度並混合均勻即可
 (D) 用分度吸量管吸 10 mL 1.0 M 食鹽水置入 100 mL 容量瓶中，再加水至刻度線並混合均勻
 (E) 稱取 180 克葡萄糖置入燒杯中，再加水至 100 mL 刻度，混合均勻即可

12. 表(1)為四種電中性粒子的電子排列，有五位學生參考此表後，各自提出推論，請問哪個學生的推論正確？

表(1)

粒子	W	X	Y	Z
電子排列	(2)	(2,8,8,1)	(2,8,2)	(2,8,7)

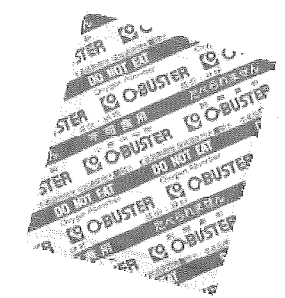
- (A) 甲：W 與 Y 二者均為金屬，可藉由共用電子海的價電子形成金屬鍵
 (B) 乙：Y 與 Z 可藉由電子的轉移，以離子鍵形成化合物 Y_2Z
 (C) 丙：X 與 X 可藉由共用價電子形成共價網狀固體
 (D) 丁：W 及 Z 可藉由共價鍵形成化合物 WZ_2
 (E) 戊：Z 與 Z 可藉由共用價電子形成分子物質 Z_2
13. 疫情過後，校內帶便當的同學增加，但教室內的蒸飯箱可能不敷使用，如果能夠有自動加熱的便當盒該有多好！嘉義市博愛國民小學的學生製作了一個「自動加熱便當盒」，裝置如圖(4)，只要加水，就能享用熱呼呼的便當。此便當盒的設計概念，是利用氧化鈣的粉末和水反應生成氫氧化鈣的固體時，會放出熱量來加熱便當。已知 1 莫耳氧化鈣和水完全反應後，會放出 64 kJ 的熱量。假設便當盒本身不會吸收或放出熱，便當盒中的飯菜比熱均為 $4.0 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ，且飯菜的總質量為 800 克，下列敘述哪些正確？（CaO 的式量為 56）（應選 2 項）（參考資料：自熟可熱——自動加熱便當盒 DIY，中華民國第四十八屆中小學科學展覽會作品，嘉義市西區博愛國民小學）
- (A) 氧化鈣和水反應的熱化學方程式可寫成 $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + 64 \text{ kJ}$
 (B) 氧化鈣和水反應的熱化學方程式可寫成 $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$
 $\Delta H = -64 \text{ kJ}$
 (C) 若要使飯菜的溫度自 25°C 上升至 55°C ，需要吸收 24 kJ 的熱量
 (D) 若要使飯菜的溫度自 25°C 上升至 55°C ，需在便當盒的下方鋁盒內裝入 84 克的氧化鈣
 (E) 若要使飯菜的溫度自 25°C 上升至 55°C ，需要在下方鋁盒內加入 2 莫耳的水



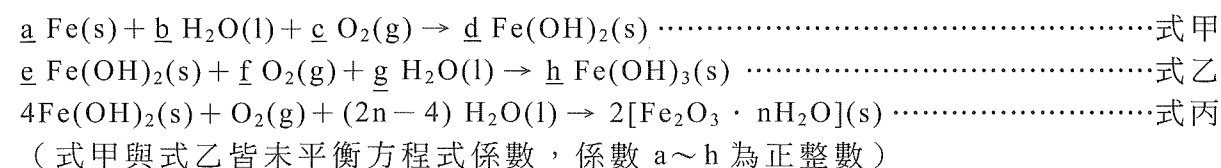
圖(4)

14-15 題為題組

日常生活常見食品包裝中，除了充氮保鮮之外，也常見袋內有一小包脫氧劑（或稱脫酸素劑，如圖(5)所示）。當脫氧劑隨食品密封在同一包裝中，能透過化學反應吸收包裝內的氧及溶存於食品的氧，從而防止油脂的氧化、色素的褪色、變色、褐變，脫氧劑同時也可抑制好氧性微生物如黴菌、細菌的繁殖，延長食品保存期限。脫氧劑是以鐵粉為主要成分，其中還包含氯化鈉、沸石、活性碳等。作用機制與鐵氧化生鏽的原理相同，鐵粉接觸氧氣後會氧化形成氧化鐵，氯化鈉可幫助鐵粉即使在相對較低的溼度下也能氧化。活性碳則能吸附一些氣體和有機分子，使商品不再含有異味。鐵氧化生鏽的反應式如下：



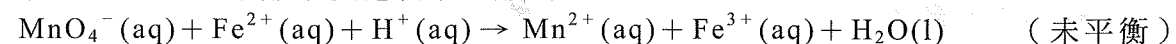
圖(5)



根據以上資訊，回答下列問題：

14. 關於脫氧劑的相關敘述，下列哪些正確？（應選2項）
- (A) 氯化鈉為氧化劑 (B) 鐵粉為還原劑
(C) $a + b + c + d = 6$ (D) $f + g > h$
(E) 鐵鏽的化學式為 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$

15. 東東想知道餅乾袋中的脫氧劑含有多少的 $Fe(OH)_2$ ，查詢資料之後得知可利用過錳酸鉀的酸性溶液與之反應，淨離子反應方程式如下：



於是東東秤取1克的脫氧劑，操作實驗得知可與0.1 M 15 毫升的過錳酸鉀水溶液完全反應。請推算脫氧劑中 Fe^{2+} 的含量百分率為多少%？（原子量 $Fe = 56$ ）

- (A) 0.42% (B) 0.75% (C) 1.68% (D) 7.5% (E) 42%

16. 一杯咖啡提個神，增加活力。咖啡因在日常生活中是易攝取到的化學物質，咖啡因為植物生物鹼，能在許多植物中發現，為植物體的化學防禦武器，目前在許多植物的果實、葉片和種子可發現咖啡因的存在，在缺乏保護的新芽與新葉中，咖啡因的含量特別高。咖啡因可溶於水中，但在乙酸乙酯、氯仿、二氯甲烷中具更好的溶解性。小戴同學看完上述咖啡的介紹後，想進行「咖啡因萃取實驗」，並探討什麼因素會影響咖啡因萃取效率，由文獻得知實驗需要二氯甲烷與乙酸乙酯兩種藥劑，此兩種藥劑相關資料如下：

- (1) 二氯甲烷：分子式為 CH_2Cl_2 ，比重 1.33，沸點 $39.75^\circ C$ ，略溶於水。為無色透明易揮發液體，有刺激性芳香氣味，對肝與神經系統有一定毒性。其蒸氣不燃燒，與空氣的混合物無爆炸性。主要用於代替易燃、易爆的石油醚與乙醚，可作為脂肪、油、咖啡因的萃取劑。
- (2) 乙酸乙酯：分子式為 $C_4H_8O_2$ ，比重 0.897，沸點： $77.1^\circ C$ ，微溶於水，莫耳質量： 88.11 g/mol ，可作為脂肪、油、咖啡因的萃取劑。

並設計了實驗步驟：

步驟1：取2 g 茶葉放入100 mL 水中浸泡，浸泡水溫分別為 $50^\circ C$ 、 $70^\circ C$ 、 $100^\circ C$

步驟2：過濾取茶汁

步驟3：將茶汁放入萃取工具內，加入10 mL 溶劑，輕輕搖晃

實驗結果如表(2)：

表(2)：乙酸乙酯與二氯甲烷萃取2克紅茶茶葉得到的咖啡因含量(克)

溫度 ($^\circ C$) \ 溶劑名稱	乙酸乙酯	二氯甲烷
50	0.3	0.1
70	0.5	0.4
100	0.5	0.5

請根據上述文章與同學的實驗內容判斷，下列敘述何者正確？

- (A) 萃取的溫度，不會影響萃取效果
(B) 將茶汁加入二氯甲烷後會出現分層現象，二氯甲烷層會是上層
(C) 將茶汁加入乙酸乙酯不會出現分層現象
(D) 同學總共設計了浸泡水溫、浸泡時間共2個實驗變因進行探討
(E) 將茶汁放入萃取工具內，加入10 mL 二氯甲烷，進行萃取。此萃取工具可用分液漏斗

17. 進行溶解度曲線的實驗時，為了培養同學探究的能力，老師請同學自行設計實驗步驟，目標是計算不同溫度時，硝酸鉀的溶解度。同學討論後，寫下實驗流程如下：

- (1) 取5.00 g 的硝酸鉀，並在其中加入5.00 g 的水，待溶液達溶解平衡後開始加熱直到完全溶解，置於室溫使其降溫，並攪拌直至有晶體析出時讀取溫度、計算溶解度。
(2) 隨後每次增加1.00 g 的水，並再度加熱直到硝酸鉀完全溶解後，放置室溫使其降溫，並攪拌直至有晶體析出讀取溫度、計算溶解度，重複步驟直到加滿10.00 g 水為止。

小林同學經由實驗得到的實驗紀錄：

實驗步驟	加入硝酸鉀重量 (g)	加入水重量 (g)	硝酸鉀析出時的溫度 ($^\circ C$)
1	5.00	5.00	56.0
2		6.00	49.0
3		7.00	43.0
4		8.00	39.0
5		9.00	35.0
6		10.00	32.0

請由小林同學的數據，試判斷硝酸鉀在 $39^\circ C$ 的溶解度為硝酸鉀在 $56^\circ C$ 溶解度的幾倍？（四捨五入至小數點第二位）（溶解度的表示法為 $g/100g$ 水）

- (A) 0.63 (B) 0.77 (C) 1.30 (D) 1.60 (E) 無法判斷

18. 某一元含氧酸 ($H_m A_n O_p$ ，其中 H 表示氫原子，A 為中心原子，O 表示氧原子，且 m 、 n 、 p 皆為正整數)，若此含氧酸根總電子數為含氧酸根之中心原子 A 價電子數的6倍多4，則此一元含氧酸的中心原子 A 之元素符號為下列何者？

- (A) C (B) N (C) P (D) Br (E) S

19. 注射疫苗的目的是活化人體內特定白血球，使其特化為可以製造抗體（又名免疫球蛋白）的漿細胞，則漿細胞與未活化前的白血球相比，哪些細胞內的構造會更加發達？（應選3項）

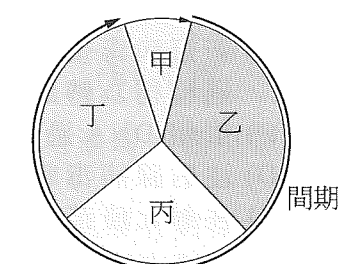
- (A) 內質網 (B) 高基氏體 (C) 溶體 (D) 中心體 (E) 粒線體

20-21 題為題組

人類在有孔動物細胞內發現一種核苷，由阿拉伯糖與胞嘧啶所形成，稱為「阿糖胞苷」，阿糖胞苷可配對後併入 DNA，但因結構的不同，造成 DNA 無法繼續複製，甚至可以產生細胞毒性的效果，此特性可應用於人類的癌症治療。

20. 細胞週期分為甲乙丙丁四個時期，如圖(6)所示，若以阿糖胞苷治療，則會直接影響細胞週期的哪一個時期？

- (A) 甲時期
(B) 乙時期
(C) 丙時期
(D) 丁時期
(E) 整個間期



圖(6)

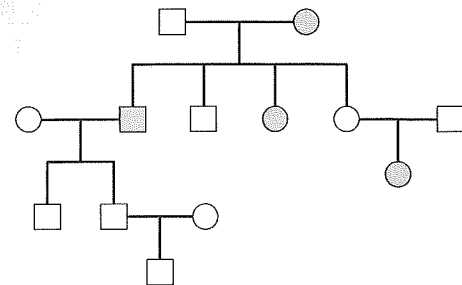
21. 阿糖胞苷可和帶有何種含氮鹼基的核苷酸配對？

- (A) A (B) T (C) C (D) G (E) U

22. DNA 粗萃取實驗的材料有各種替代方案，下列關於替代方案與注意事項的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 若用雞血取代奇異果，就不需使用果汁機攪碎
- (B) 可直接加入 DNA 水解酶取代鳳梨汁
- (C) 高濃度氯化鈉溶液能使 DNA 與蛋白質分離
- (D) 洗手乳能取代洗碗精，用於破壞細胞壁
- (E) 使用常溫下 95%酒精與冰凍後 95%酒精相比，DNA 析出量更多

23. 黑尿症為一遺傳疾病，患者無法分解尿黑酸，導致尿液與身體會呈現黑色。圖(7)為某患者家族成員的譜系圖，其中○為女性、□為男性；●■代表患者。請問根據圖(7)，黑尿症為顯性還是隱性遺傳疾病？其基因位於何種染色體上？（應選 2 項：(A)~(B)選 1 項，(C)~(E)選 1 項）



圖(7)

- (A) 顯性
- (B) 隱性
- (C) 體染色體
- (D) X 染色體
- (E) Y 染色體

24. 生物學家近年發現一種長達一公分且肉眼可見的細菌，DNA 位在膜狀胞器中，其大小與構造顛覆我們對於細菌的既定觀念，但科學家仍將此種生物分類於真細菌域中，下列何項特徵最可能是分類於真細菌域而非古菌域的依據？

- (A) 環狀 DNA
- (B) 細胞膜為雙層磷脂質構成
- (C) 具有核糖體
- (D) 進行有氧呼吸
- (E) 細胞壁成分為肽聚糖

25-26 題為題組

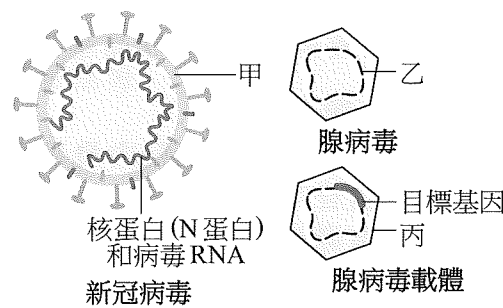
COVID-19 疫苗其中一款為腺病毒載體疫苗，藉由基因改造病毒來使腺病毒帶有新冠病毒特定蛋白質基因，圖(8)為新冠病毒與改造後腺病毒的結構圖，其中甲乙丙為病毒的構造。

25. 根據基因轉殖技術原理，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 乙作為載體，是病毒 RNA
- (B) 新冠病毒蛋白質基因是由 RNA 轉為 DNA，此過程稱為轉錄
- (C) 重組 DNA 過程中需使用相同的限制酶切割目標基因與乙
- (D) 注射腺病毒載體至人體內，重組 DNA 需進入細胞核中才能進行基因表現
- (E) 注射此疫苗後，人體細胞內可產生新冠病毒特定蛋白質

26. 根據圖(8)，關於新冠病毒與腺病毒構造的敘述，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 甲的主要成分為雙層磷脂質
- (B) 丙的主要成分為蛋白質
- (C) 所有的病毒都具有甲 + 乙 + 丙
- (D) 新冠病毒的蛋白質需依靠宿主才能製造
- (E) 新冠病毒與腺病毒的遺傳物質中皆含有尿嘧啶



圖(8)

27. 中研院研究團隊改造細菌使其將空氣中二氧化碳轉成異丁醇等生質能源。他們利用光合作用原理，使用太陽能板的光電效應產生電能，驅使 CO₂ 還原成甲酸 (HCOO⁻)，再利用甲酸合成 NADPH，提供給不具葉綠體的 *R. eutropha* 細菌進行碳反應，將 CO₂ 固定為醣類，再藉由細菌的代謝作用產生異丁醇。其中太陽能板的功能若類比至植物細胞，應該是下列何種構造？

- (A) 細胞質
- (B) 葉綠體外膜
- (C) 葉綠體內膜
- (D) 類囊體膜
- (E) 葉綠體基質

28. 假設某地地面與高空等壓線分布型態不變，且等壓線間距相同，考慮地面與高空的摩擦力差異，請問下列與風有關的參數，哪些敘述正確？（應選 3 項）

- (A) 地面風氣壓梯度力較強
- (B) 地面風科氏力較弱
- (C) 地面風受到的摩擦力較強
- (D) 地面風的風速與高空風風速相同
- (E) 地面風的風向與等壓線夾角較高空風大

29. 北半球某地海岸，穩定且強勁的風沿著海岸吹送，面對海的方向風往右吹送，請問此地的沿岸海域敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 面對海的方向，會有沿岸流向左流
- (B) 面對海的方向，會有沿岸流向右流
- (C) 此岸會有湧升流，營養鹽較其他海域豐富
- (D) 此岸會有湧升流，營養鹽較其他海域匱乏
- (E) 此岸會有沉降流，營養鹽較其他海域匱乏

30. 地震新制將五級與六級強震再細分為五弱、五強、六弱、六強，這麼做的意義是因為下列哪些選項？（應選 3 項）

- (A) 提升地震預測的預報能力來避免災難
- (B) 地震儀全面更新，必須採用新規則
- (C) 提升震度資訊的精細度有助於判斷與初階分級救災地點
- (D) 五級以上採用最大地動速度分級，更符合建築物破壞狀態
- (E) 五級與六級地震原先差異過大，將分級精細度提升

31. 南臺灣沿海常常在某季節的某時刻發生海陸風輻合降雨，富含水氣的穩定西南風遇到了來自陸地的偏東風，於海面輻和後形成雲雨，然後因為偏東風減弱，西南風將雲雨帶推向沿海陸地而造成突來的降雨。請選擇出好發這現象的季節與時段。（應選 2 項：(A)~(B)選 1 項，(C)~(E)選 1 項）

- (A) 夏季
- (B) 冬季
- (C) 清晨
- (D) 黃昏
- (E) 午夜

32. 依據氣溫隨高度變化趨勢將大氣分成對流層、平流層、中氣層和增溫層，僅從溫度與對流的關係來看，請問大氣層易有對流作用的分層結構有哪些？

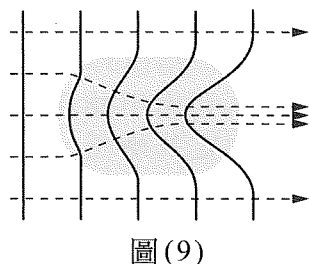
- (A) 僅對流層有對流作用
- (B) 對流層、平流層與增溫層有對流作用
- (C) 對流層與中氣層有對流作用
- (D) 對流層、中氣層與增溫層有對流作用
- (E) 對流層與增溫層有對流作用

33. 有關全球平均溫度升高對於環境溼度的影響，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 全球平均飽和水氣壓上升
- (B) 全球陸地蒸發量會上升
- (C) 氣溫上升但大氣環流狀態不變
- (D) 高溫的飽和水氣降溫，降水量會變多
- (E) 乾旱與降水區域不會改變

34. 海面上，一組穩定的海浪在通過圖(9)中灰色區域時，波前如圖(9)，請問下列敘述哪些是正確的？(應選 2 項)

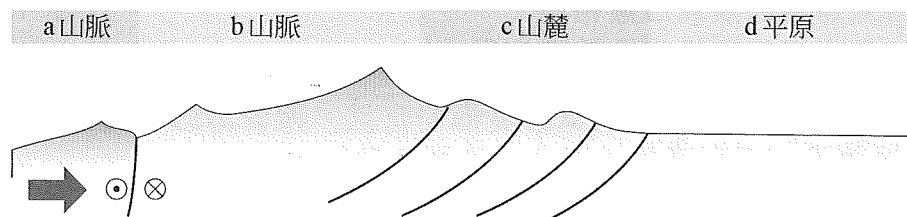
- (A) 通過灰色區域波速變慢
- (B) 通過灰色區域波速變快
- (C) 通過灰色區域波速不變僅改變波長
- (D) 此區域可能較兩側海域淺
- (E) 此區域可能較兩側海域深



圖(9)

35. 臺灣地表起伏狀態與板塊運動有關，臺灣南部地區的地形剖面圖如圖(10)，a 山脈為左側板塊上的火山岩體，如推土機般將右側板塊上的岩體推積形成 b 山脈，並於 c 山麓下方形成多條斷層。在 a 山脈與 b 山脈交界處為擠壓環境，同時也產生水平錯動，請問下列敘述何者正確？

⊗代表進入紙面的向量，⊙代表離開紙面的向量



圖(10)

- (A) a 山脈是板塊隱沒造成的火山岩，意味著左側板塊隱沒至右側下方
- (B) a 山脈與 b 山脈的斷層可視為右移逆斷層
- (C) c 山麓下方的斷層應該為正斷層
- (D) c 山麓斷層處相鄰兩層的地層，左側較右側古老
- (E) d 平原位於菲律賓海板塊的上方

36. 2021 年《格拉斯哥氣候協議》是聯合國氣候會議史上首個明確計畫減煤的氣候協議，公約要求維持《巴黎協定》中全球氣溫升高幅度控制在攝氏 1.5 度以內的目標，並逐步減少煤炭使用，請問這些氣候協議（包含《京都議定書》）最主要的目標為何？

- (A) 減緩全球因排碳造成的升溫狀態
- (B) 將碳基生物生存率提升
- (C) 減緩全球石油危機
- (D) 使全球廢棄物製造量下降
- (E) 讓全世界經濟恢復到疫情前

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，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。

37-42 題為題組

近年來隨著人類飲食習慣的改變，糖的攝取量大增，而生活中最常接觸到的糖是蔗糖和高果糖玉米糖漿。由於吃太多糖會造成肥胖和代謝性疾病，所以細胞如何利用糖受到廣泛的討論與研究。吃進生物體內的醣類通常需先被分解成單醣才能被細胞利用。所有細胞皆可進行葡萄糖分子的代謝，當細胞內含有較多 ATP 及檸檬酸時，會抑制葡萄糖分子的代謝，因此葡萄糖代謝會受到細胞內能量狀態的調控。

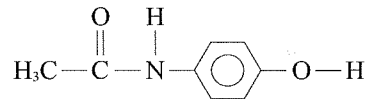
果糖分子只在肝細胞和極少數的其他細胞代謝，在肝臟中果糖首先經由果糖激酶代謝成果糖-1-磷酸，此步驟需消耗 ATP，因為果糖激酶活性很高且不會受到 ATP 抑制，所以果糖分子會快速地代謝。當大量的果糖分子在肝臟中代謝，容易導致肝臟內的脂質合成，且會消耗大量 ATP。ATP 的快速消耗會造成丙二醯基輔酶 A 濃度下降，進而影響腦部的食慾中樞。研究發現下視丘的食慾調控介質是丙二醯基輔酶 A，當丙二醯基輔酶 A 濃度上升，個體會減少食物攝取量，而人體內丙二醯基輔酶 A 主要是經由葡萄糖分子代謝而產生。

考量糖分對於人體的各種影響，應該限制糖分的攝取，例如多喝水少喝含糖飲料，而為了讓不能吃糖的人可以品嚐到甜味，人類也開發代糖作為糖的取代物。

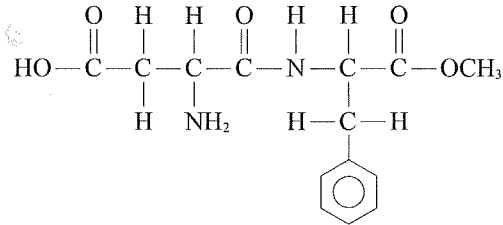
37. 過多的糖會造成肥胖，這過程中包含了代謝的同化和異化，請說明細胞中異化代謝產生的能量如何供同化代謝使用。（2 分）
38. 有關影響食慾的原因，下列敘述哪些正確？(應選 3 項)
- (A) 丙二醯基輔酶 A 影響食慾是透過神經系統的作用
 - (B) 丙二醯基輔酶 A 濃度上升，會導致食慾下降
 - (C) ATP/ADP 的比值上升會造成丙二醯基輔酶 A 的濃度下降
 - (D) 葡萄糖代謝後，經由一連串反應，會使食慾下降
 - (E) 果糖代謝後，經由一連串反應，會使食慾下降
39. 有關醣類的代謝，以及它和呼吸作用之間關係的敘述，下列何者正確？
- (A) 呼吸作用只會氧化醣類作為能量來源
 - (B) 呼吸作用最常使用的糖為日常生活中最常吃到的蔗糖
 - (C) 葡萄糖代謝為丙酮酸屬異化代謝，果糖轉變為脂質屬同化代謝
 - (D) 葡萄糖和果糖皆可在所有細胞中代謝，其中果糖主要是在肝臟代謝
 - (E) 葡萄糖和果糖的代謝都會受到細胞能量狀態的調控
40. 高果糖玉米糖漿 (High-fructose corn syrup, HFCS) 是將玉米澱粉水解、轉化，由葡萄糖和果糖所組成的一種混合糖漿，具有價格便宜、使用方便、甜度高等優點，用途相當廣泛。飲料市場最常使用的高果糖玉米糖漿為 HFCS 55 (果糖 55%，葡萄糖 45%)，若手搖杯飲料店製作一杯 700 mL 的全糖檸檬紅茶時添加了 45 克的 HFCS 55，請問此杯飲料中果糖的體積莫耳濃度約為多少 M？
- (A) 2
 - (B) 1.5
 - (C) 1
 - (D) 0.5
 - (E) 0.2
41. 依據物質分類方式，可將 ^{235}U 與 ^{238}U 稱為同位素。請判斷葡萄糖和果糖的關係，與下列何組物質的關係相同？
- (A) 甲醇、乙醇
 - (B) 鑽石、石墨
 - (C) PbO_2 、 PbO
 - (D) 澱粉、纖維素
 - (E) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$

42. 圖(11)為常見的止痛退燒藥-普拿疼(分子式為 $C_8H_9O_2N$) 的結構, 已知普拿疼分子中含有 5 對孤電子對 (lone pair), C_6H_5 為苯環結構, 含有六個碳原子。

「阿司巴甜」是常見的代糖, 其甜度約為蔗糖的 180 倍, 每克阿司巴甜提供 4 千卡的熱量, 因甜度高用量少, 故可作為無糖口香糖、低卡可樂等的添加劑、或是糖尿病患的食品添加物。但其對熱穩定性不佳, 高溫下會失去甜味。有關阿司巴甜的結構如圖(12)所示, 請回答下列問題: (2 分)



普拿疼
圖(11)

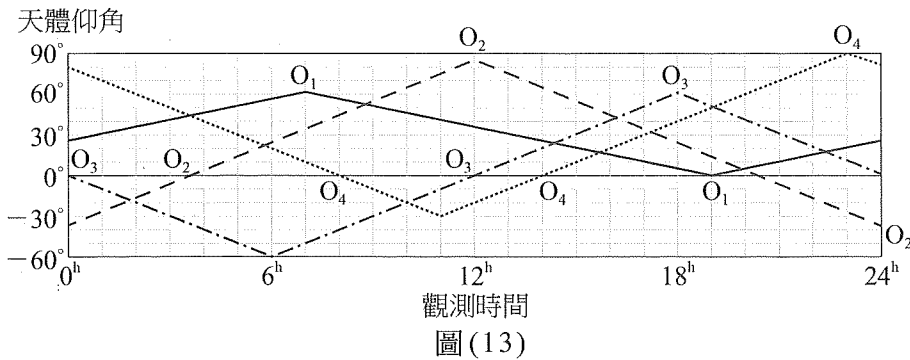


圖(12)

- (1) 請寫出阿司巴甜的分子式。
- (2) 請問阿司巴甜分子中所含的孤電子對 (lone pair) 有幾對?

43-45 題為題組

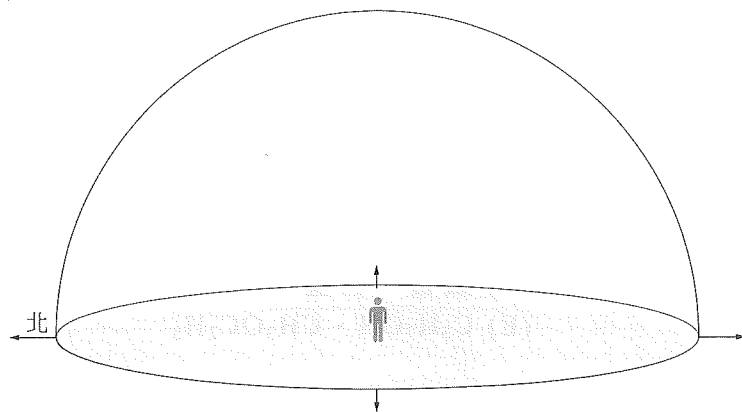
圖(13)為北半球某地某日觀測天球上的四個天體 $O_1 \sim O_4$ 升起與落下的時間與仰角紀錄, 其中天體包含當天太陽、月亮與兩顆恆星的狀態。請嘗試用天體升起落下的規律判斷天體類型, 並回答下列問題。



圖(13)

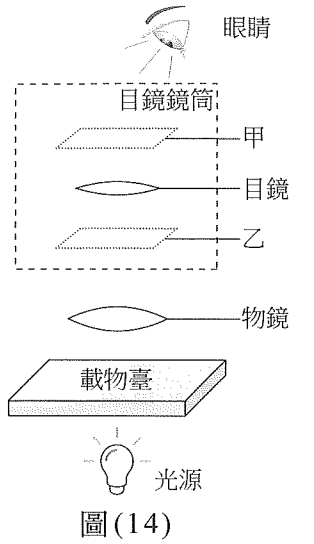
43. 請問此地當天觀測的天體, 下列敘述哪些正確? (應選 3 項)
 - (A) O_1 繞著極軸旋轉永不落地
 - (B) O_2 在地平面上與地平面下的時間相同
 - (C) O_3 在天球的位置是位於天球赤道上
 - (D) O_4 如果是恆星, 夜晚觀測時都在天上
 - (E) 此地位置應該在北緯 23.5 度
44. 已知本日觀測者量測太陽與月亮在天上彼此間差距 90 度, 本地臨海潮汐為半日潮且因延遲約 6 小時, 請問早上 6 時的潮汐狀態敘述, 下列哪些正確? (應選 2 項)
 - (A) 此時接近大潮
 - (B) 此時接近小潮
 - (C) 此時接近滿潮
 - (D) 此時接近乾潮
 - (E) 此時接近乾滿潮的中位線

45. 請繪製出此觀測地本日的太陽軌跡。(4 分)

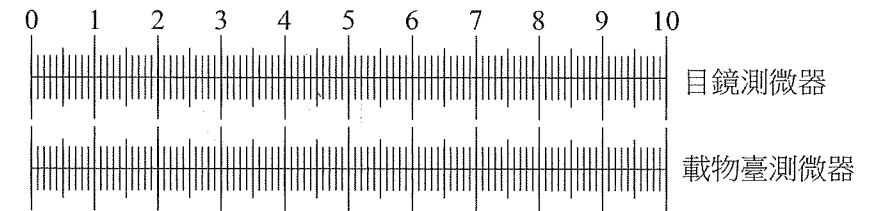


46-48 題為題組

圖(14)是一般學校使用的光學複式顯微鏡結構示意圖, 將要觀測的樣本或玻片標本置於載物臺, 在適當焦距下, 可以將載物臺上的樣本放大, 利於觀察。有時, 為了量測玻片標本中的細胞大小, 我們會在目鏡鏡筒中裝入「目鏡測微器」, 並以「載物臺測微器」校正目鏡測微器在不同放大倍率時, 每個刻度所代表的長度。校正後, 就可以直接利用目鏡測微器的刻度量測視野中樣本的大小。近年, 為了方便教師或學生使用, 儀器商會直接販售「已經安裝好目鏡測微器」的目鏡鏡筒給各校使用, 因此在學校進行顯微測微實驗時, 只要直接更換目鏡鏡筒即進行顯微測量。儀器商販售的目鏡鏡筒中, 包含「目鏡(凸透鏡, 放大倍率通常是 10X)」以及「目鏡測微器」, 如圖(14)所示。其中, 甲與乙是目鏡測微器可能的安裝位置, 但外觀上無法確定具體是在哪個位置。



46. 進行顯微測微實驗時, 要先利用載物臺測微器校正目鏡測微器每格的刻度大小。實際實驗時, 若選用放大倍率 10X 的目鏡與 10X 的物鏡時(即: 總放大倍率 100X), 目鏡測微器與載物臺測微器的刻度會恰重合(如圖(15))。已知載物臺測微器的刻度全長是 1 mm、目鏡測微器刻度的全長是 1 cm。請問目鏡測微器具體是安裝在甲或乙位置?

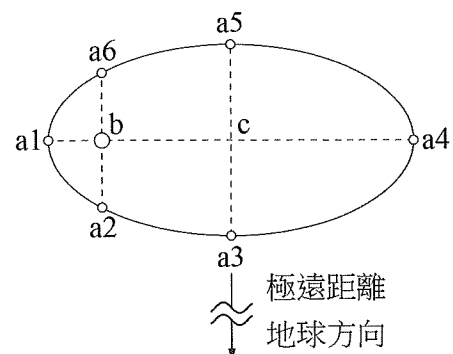


圖(15)

- (A) 甲
 - (B) 乙
 - (C) 甲或乙擇一, 二個位置均可, 不影響觀測
 - (D) 甲與乙須各安裝一個目鏡測微器
 - (E) 不一定, 須視觀測時使用的物鏡倍率決定目鏡測微器擺放的位置
47. 如果我們設法更換目鏡鏡筒中的「目鏡」, 改放置一個放大倍率為 16X 的目鏡鏡片, 且不更動目鏡測微器的位置。若今使用 10X 物鏡觀察載物臺測微器, 則視野中, 載物臺測微器的刻度與目鏡測微器刻度間的關係是:
 - (A) 目鏡測微器每一小格的刻度大於載物臺測微器每一小格的刻度
 - (B) 二個測微器的刻度仍然恰重合
 - (C) 目鏡測微器每一小格的刻度小於載物臺測微器每一小格的刻度
 - (D) 視野中只會看到目鏡測微器的刻度, 沒有載物臺測微器的刻度
 - (E) 視野中只會看到載物臺測微器的刻度, 沒有目鏡測微器的刻度
 48. 若小白貓先利用 10X 目鏡, 在總放大倍率 400X 的情況下, 以目鏡測微器測量一人類紅血球的直徑, 測得直徑為 $8 \mu\text{m}$ 。若更換為 16X 目鏡, 且使用相同的目鏡測微器(已利用相同的載物臺測微器進行校正)測量同一顆紅血球。在總放大倍率為 640X 的情況下, 請問:
 - (1) 小白貓測得的紅血球實際直徑應為何? (請寫出數值與單位) (2 分)
 - (2) 請寫出你的推論過程或計算過程。(2 分)

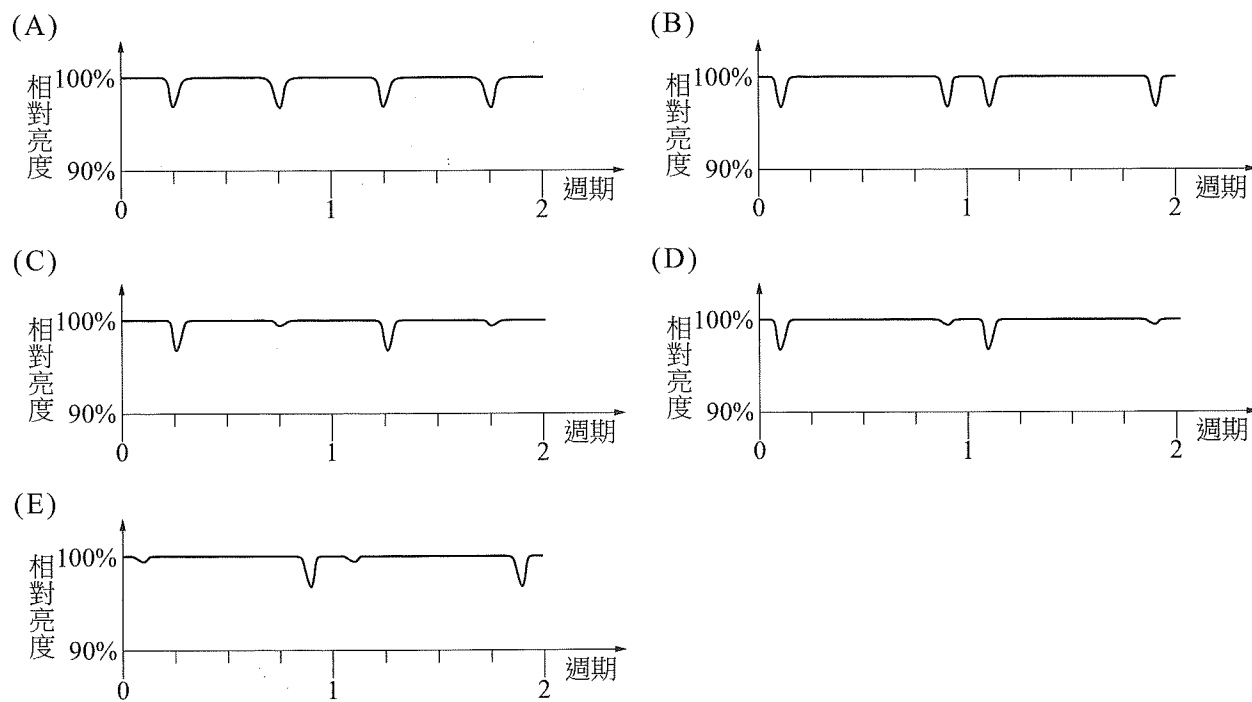
49-54 題為題組

觀測太陽系外某行星，可利用行星遮掩其母恆星時，母恆星光的光度變化與恆星的徑向速度變化，推得此行星的軌道模型平面圖如圖(16)，此行星公轉方向為逆時鐘，a1~a6為行星在軌道上的6個位置，b為母恆星所在位置，c為橢圓軌道中心，地球的觀測方向剛好與軌道面平行，且地球位於a5往a3方向的極遠處。



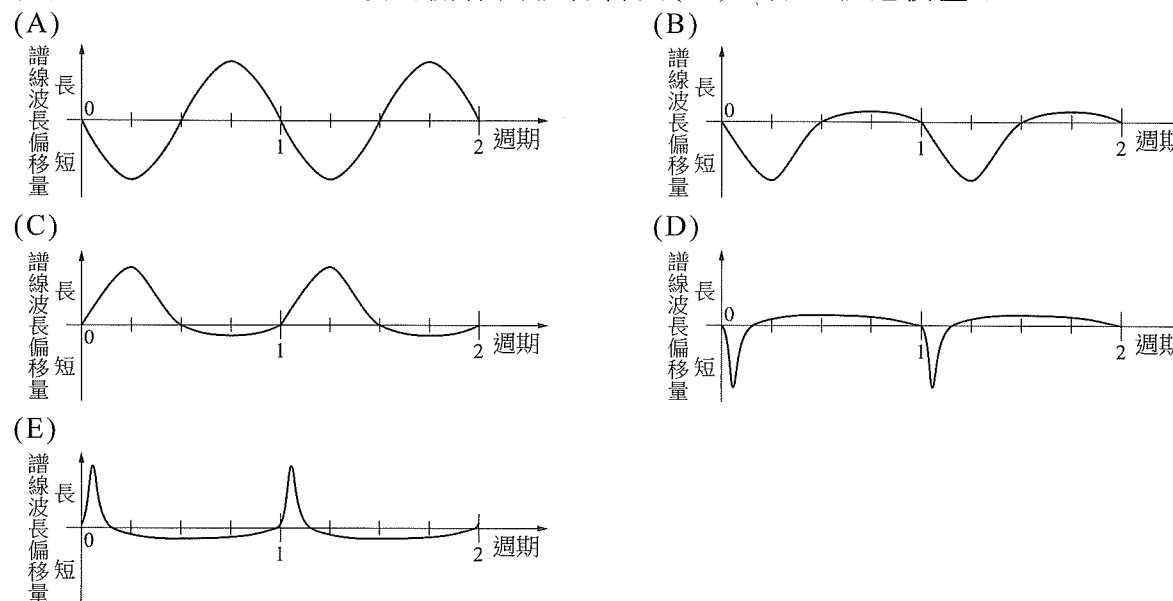
圖(16)

49. 此行星運行時，近星點與遠星點差 6 倍，請問在這兩地所量測到的母恆星視星等差介於 m 到 $m+1$ 星等之間， $m =$ _____。作答時，星等 m 請以正整數作答。(2 分)
50. 如圖(16)所示，如果行星運行 a1 到 a2 的時間標示為 T_{a1-a2} 、行星運行 a1 到 a3 的時間標示為 T_{a1-a3} ，依此類推，請問下列選項哪些正確？(應選 3 項)
- (A) $T_{a1-a2} = T_{a6-a1}$ (B) $T_{a1-a3} = T_{a5-a1}$ (C) $T_{a1-a2} < T_{a2-a4}$
 (D) $T_{a1-a2} > T_{a2-a4}$ (E) $T_{a1-a3} = T_{a3-a4}$
51. 下列各選項圖表的縱軸為恆星的相對亮度，橫軸以一個光變週期長度為單位。以地球上的觀察者來看，亮度變化最接近下列何者？



52. 此行星軌道近星處 (a1~b) 為 0.4 AU (約同水星軌道距離)，遠星處 (a4~b) 為 2.2 AU (約同太陽系小行星帶軌道距離)，行星質量為木星質量的 0.7 倍，行星半徑約為木星半徑的 1.25 倍。請問這樣的行星組成應該會類似太陽系的哪種天體？
- (A) 如地球般由金屬與岩石構成的類地行星
 (B) 如地球般由金屬與岩石構成但體積巨大的超級地球
 (C) 如木星與土星，主要由氫和氦的氣體形成的巨型氣體類木行星
 (D) 如天王星與海王星，主要由比氫和氦更重的氣體組成的巨行星之類海王星行星
 (E) 如小行星或柯伊伯帶天體，由岩石與冰所構成的鬆散天體

53. 此行星繞著恆星運轉，但實際上由於彼此之間的萬有引力作用，行星和恆星會繞著共同「質心」運轉，而在雙星互繞時，彼此的運動方向相反，故恆星會因為行星的運動而產生徑向速度的變化。在觀測上，我們可以從固定譜線的波長偏移量看出這顆恆星的徑向速度變化。當觀測這顆恆星某條光譜譜線在兩次週期內的波長偏移量隨時間變化關係，下列哪一個選項的關係圖較符合圖(16)的行星軌道模型？



54. 利用光譜偏移量可知恆星的徑向速度，這是採用什麼效應或原理的應用？(2 分)

55-57 題為題組

英國科學家威廉·拉姆齊及莫里斯·特拉弗斯於 1898 年發現了惰性氣體氙 (Xenon)，氙的原子序為 54，原子量為 131.293，在地球的存量非常少，為單原子分子且化學性質不活潑，稍早之前此兩位科學家也發現氣體氪 (Krypton)，且將氙與活性大的非金屬反應可以生成化合物。科學家研究發現氙氣可以當麻醉劑且效果較笑氣 (N_2O) 效力強 44%，有助於避免缺氧。氙氣也常做為高壓氙氣弧光放電燈，大致可分為長弧氙燈、短弧氙燈及脈衝氙燈，其中長弧氙燈其光譜與日光接近，俗稱「小太陽」，此種氙燈穿透霧氣的能力很強，常用於車站及碼頭照明等。短弧氙燈的色彩類似於正午的高色溫 (5600 K) 日光，使用方便，是目前理想的人造「太陽燈」，適用於廣場、街道、科博館 IMAX 的影片放映及舞臺照明等。「脈衝氙燈」是一種在很短時間內發光的光源，常稱為「閃光燈」，廣泛用於攝影。另外，氙氣不僅可以當成雷射光的來源，更可以做為磁共振成像 (MRI) 的造影劑，當應用於造影劑時，必須符合半衰期低於 144 小時，且衰變能量低於 2.1×10^{-14} 卡。所以氙氣雖然存量少，但透過化學家對它的研究，卻發現許多生活的應用實例，對於這種鍥而不舍的研究態度與精神，正是科學不斷向下扎根，向上延伸，進而將研究成果貢獻予全人類的最佳明證。

表(3)：氙氣 (Xe) 同位素

同位素	含量	半衰期 ($t_{1/2}$)	衰變方式	衰變能量 (MeV)
^{124}Xe	0.095%	1.8×10^{22} 年	微中子	0.83
^{125}Xe	人造	16.9 小時	微中子	1.65
^{127}Xe	人造	36.3 天	微中子	0.66
^{130}Xe	4.07%		穩定 (有 76 個中子)	
^{132}Xe	26.9%		穩定 (有 78 個中子)	
^{133}Xe	人造	5.24 天	β^-	0.43
^{134}Xe	10.4%	1.1×10^{16} 年	雙重 β^- 衰變	2.86
^{135}Xe	人造	9.14 小時	β^-	1.16
^{136}Xe	8.86%	2.1×10^{21} 年	雙重 β^- 衰變	2.46

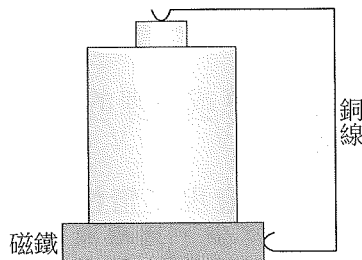
請依據上述敘述回答下列問題。

55. 氙氣雖然化學性質不活潑，但是科學家還是將其化合物做出來，你認為科學家最可能將氙氣和下列哪些物質反應形成化合物？（應選 2 項）
 (A) 氫氣 (B) 氮氣 (C) 甲烷 (D) 氟氣 (E) 氧氣
56. 假設在標準溫度及壓力下(S.T.P)，1.0 莫耳氙氣和 22.4 公升的氯氣恰完全反應完畢，則形成物質的分子式為何？
 (A) XeCl (B) XeCl₂ (C) Xe₂Cl₂ (D) XeCl₃ (E) XeCl₄
57. 參考表(3)氙氣(Xe)的同位素，依題意找出其中適合應用於人類肺功能、血液流動、腦及心等進行磁共振成像(MRI)的造影劑同位素，並敘明原因。(4分)

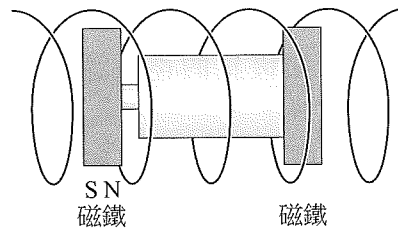
適合應用之同位素	原因

58-60 題為題組

利用乾電池、銅線、強力磁鐵可以做出許多電磁相關的小玩具，例如單極馬達或是在線圈中奔跑的小電車。單極馬達有許多形式，圖(17)是其中一種，將乾電池負極接上一個強力磁鐵，再彎曲銅線連接磁鐵與電池正極，銅線就會開始旋轉。而如圖(18)所示，線圈中奔跑的小電車做法是在乾電池正負極都接上強力磁鐵，然後放在以銅線做成的螺線管中，乾電池就會在螺線管中開始移動。

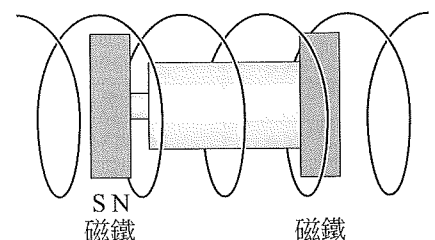


圖(17)



圖(18)

58. 電與磁在生活中有很多應用，這些都是由於許多科學家多年來的努力集結而成的，下列有關電磁現象的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
 (A) 安培發現通電流的導線附近有磁場，發現電流的磁效應
 (B) 載流導線具有磁場，故會受到自身磁場影響而受力，可以右手開掌定則找受力方向
 (C) 法拉第發現當線圈內的磁力線數目變化時，線圈會產生感應電流
 (D) 在電磁理論發展之前，赫茲率先由實驗中確認電磁波的存在
 (E) 馬克士威統合電磁現象，以簡潔的數學方程式寫下一組方程式定量描述電磁現象
59. 關於單極馬達的裝置方式以及銅線旋轉的方向（由電池正極向下看），請選出下列正確的敘述。
 (A) 磁鐵上方為 N 極下方為 S 極，順時針轉
 (B) 磁鐵上方為 N 極下方為 S 極，逆時針轉
 (C) 磁鐵上方為 S 極下方為 N 極，順時針轉
 (D) 磁鐵上方為 S 極下方為 N 極，先順時針轉一圈再逆時針轉一圈，交錯進行
 (E) 磁鐵上方為 N 極下方為 S 極，先順時針轉半圈再逆時針轉半圈，交錯進行
60. 圖(19)是由乾電池、磁鐵與銅線螺線管製作的小電車，電池正極所接的磁鐵磁極如圖(19)所示。
 (1) 請在圖中標出螺線管的電流方向。(1分)
 (2) 請在圖中標出電池負極所接的磁鐵磁極。(1分)
 (3) 請描述電池為何受力？受力的方向？並以此來解釋電池為何會向左移動。(2分)



圖(19)