

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C	B	E	D	B	A	A	A	B	A	C	A	C	C	C
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
B	E	E	A	B	E	C	B	D	B	C	A	E	BCD	BE
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
CD	ACD	ABE	BCE	BD	BC	BE	CE	ACD	BE	AB	C	BD	A	D
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
CD	BE	AD	B	ADE	C	ACE	ACD	E	BC	E	C	B	C	C
61	62	63	64	65	66	67	68							
C	ACE	B	CDE	ABE	BE	C	D							

第壹部分

一、單選題

- α 衰變為原子核放出 ${}^4_2\text{He}$ 氦原子核，假設 Nh 的質量數為 x ，原子序(即質子數)為 y ，則其核反應方程式為 ${}^x_y\text{Nh} \rightarrow {}^{254}_{101}\text{Md} + 6{}^4_2\alpha$ ，由質量數守恆及原子序守恆得 $\begin{cases} x = 254 + 6 \times 4 = 278 \\ y = 101 + 6 \times 2 = 113 \end{cases}$ ，質量數 = 質子數 + 中子數，則中子數 = $x - y = 165$
- 原子核內質子與中子受到強力和電磁力以維持平衡
- 連續光譜中的暗線代表光被吸收了，被吸收的光子能量使電子從低能階躍遷至高能階，此為吸收光譜
- 由圖可知 A、B、C、D 的光譜線皆往長波長偏移，由光的都卜勒效應知紅移代表星系正在遠離地球
- 距離地球越遠的星系，紅移的現象越明顯。故 A 的偏移量最大，距離最遠，依此類推
- 由鉛球密度大於棒球的密度且體積相等可知，鉛球的質量大於棒球的質量， $m_{\text{鉛}} > m_{\text{棒}}$ ，由靜止釋放的自由落體，經過相同的時間，兩球的速度將會相同。又 $K = \frac{1}{2}mv^2$ ，所以 $K \propto m \Rightarrow K_1 > K_2$ ，由靜止釋放的自由落體，經過相同的時間，兩球移動的距離相同，因為兩球距地面的高度相同，又 $U = mgh$ ，所以 $U \propto m \Rightarrow U_1 > U_2$ ，力學能 $E = K + U$ ，且 $K_1 > K_2$ 、 $U_1 > U_2$ ，所以 $E_1 > E_2$
- (A) 球所受合力為 $F = \text{重力} - \text{阻力} = mg - kV$ ，由題目知阻力與體積成正比。在掉落的過程中，球的質量及體積皆不變，故受定力作用
(B) $F = mg - kV = ma \Rightarrow a = g - \frac{kV}{m}$ ， $\therefore a_{\text{鉛}} > a_{\text{棒}}$
(C) $h = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{a}} \propto \sqrt{\frac{1}{a}}$ ， $\therefore t_{\text{鉛}} < t_{\text{棒}}$
(D) $\Delta v = a\Delta t \propto a$ ， $\therefore \Delta v_{\text{鉛}} > \Delta v_{\text{棒}}$
(E) 作功 $W = FS = mgh \propto m$ ， $\therefore W_{\text{鉛}} > W_{\text{棒}}$
- 西北颶的颶風中心須通過基隆到彭佳嶼之間的海面(臺灣北部海面)，且颶風路徑是往西北方移動，往往造成臺灣北部嚴重災情
- (B) 女星座與勺星座赤經坐標相差 12h，無法在同一天空看見，且北極地區只能看見北半球範圍的星空。(A) 天球的星星是因為地球自轉而造成視覺上的東升西落運動現象。當一天中觀察天球北極(地球自轉軸北方向)附近的星空，星星會對著天球北極以逆時針方向轉動，若對著天球南極觀察，星星依然東升西落，也就是對著天球南極方向順時針轉動 (C) 住臺灣的人，於夏至正午太陽位在甲點：赤經 6h，午夜 12 點天球的赤經 18h 通過子午線，而位於 $80^\circ 15'$

的勺星座應在天球北極附近夜空 (D) 縱然恆星在銀河系的分布位置會因為銀河系旋轉而有些微相對運動，但是要經過數萬年至數十萬年才有明顯變化，所以星座的天球坐標幾乎是不變的 (E) 女星座的赤經約為 3h。住臺灣的人，於春分(太陽整天皆位於 0h)當天，中午 12:00 會看到太陽(0h)通過中天子午線。3 小時後，會見到女星座通過中天子午線

- (B) 表面波的振幅最大 (C) S 波只在固態介質傳遞 (D) P 波能在三態介質傳遞 (E) 表面波速度最慢
- (C) 因為此時 ISS 仰角最高不易被建築物擋住，亮度最亮(-3.4 等)，容易用肉眼直接看見此亮點
- 己：固體地球外殼冷卻形成時間一約在 45.5 億年前
甲：最古老的化石(單細胞原核生物和細菌)一約在 35 億年前
丁：最早期大規模長期出現縞狀鐵礦一約在 25~18 億年前
丙：臭氧層形成，開始有陸上植物出現一約在 4 億年前
乙：三葉蟲大滅絕一發生在古生代末期，約在 2 億 5 千萬年前
戊：恐龍大滅絕一發生在中生代末期，約 6 千 5 百萬年前
- (C) 黑潮是一種洋流運動
- 圖中，西側是海洋，東側是陸地，由於越往北方等溫線顯示溫度越高，應該是南半球地表溫度特徵，另外，圖中陸地等溫線向南彎曲顯示同緯度陸地溫度較海洋面高，應為南半球夏季
- (1) 200 g 硝酸鉀水溶液中含 64 g 的硝酸鉀 \rightarrow 含有水 $200 - 64 = 136$ g
又 40°C 飽和溶液中 136 g 水中應有 $136 \times \frac{64}{100} = 87.04$ g 硝酸鉀
因此，此溶液為未飽和溶液 \rightarrow 甲生敘述錯誤
(2) 若要使 40°C 此溶液成飽和溶液：
① 再加入 $87.04 - 64 = 23.04$ g 硝酸鉀 \rightarrow 乙生敘述錯誤
② 蒸發掉 $136 - 100 = 36$ g 的水 \rightarrow 丙生敘述正確
③ 20°C 136 g 水可溶解 KNO_3 $136 \times \frac{32}{100} = 43.52$ g
故析出 $64 - 43.52 = 20.48$ g \rightarrow 丁生敘述錯誤
- 由題意得知，碳、氫、氮、氧的莫耳數比為 $\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = \frac{49.48}{12} : \frac{5.15}{1} : \frac{28.87}{14} : \frac{16.49}{16} = 4 : 5 : 2 : 1$
故其實驗式為 $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_2\text{O}$ ，又 $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_2\text{O}$ 分子式不符合鍵結原理，故選 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$
- 利用電壓排列大小順序：活性大的為負極(陽極)，活性小的為正極(陰極)

活性									
大	←							→	小
Zn		Ni	Pb	Cu	Ag				
- (A) 伏特計的「+」極需接電池的碳棒(正極) (B) 放電時，銅極為陽極(氧化反應)，銀極為陰極(還原反應) (C) 放電時，燒杯 C 中溶液的顏色會逐漸變深，因 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

- (D) 鹽橋中使用的 KNO_3 溶液「不」可用 NaCl 溶液取代，因 Cl^- 與燒杯 D 中之 Ag^+ 會生成 AgCl 沉澱
19. 平衡化學反應式需符合原子不減，由化學反應式 $4\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_9\text{N}_3 \rightarrow x\text{CO}_2 + y\text{N}_2 + z\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$ 得 $\Rightarrow x=12, y=5, z=10, \therefore x+y+z=27$
20. 由文章得知此一氮氧化物為 NO
 $\therefore \text{N}$ 電子數 = 7, O 電子數 = 8
21. 由反應熱加成性定律得知
- | | |
|--|---|
| $2\text{B}_{(s)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{B}_2\text{O}_{3(s)}$ | $\Delta H = -1273 \text{ kJ}$ |
| $3\text{H}_{2(g)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ | $\Delta H = 3 \times (-286) \text{ kJ}$ |
| $\text{B}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{B}_2\text{H}_{6(g)} + 3\text{O}_{2(g)}$ | $\Delta H = 2035 \text{ kJ}$ |
| $+$ $3\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ | $\Delta H = 3 \times 44 \text{ kJ}$ |
| 反應： $2\text{B}_{(s)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{B}_2\text{H}_{6(g)}$ | $\Delta H = 36 \text{ kJ}$ |
22. d-TTP 是合成 DNA 的原料之一，選項中僅細胞核、粒線體與葉綠體含有 DNA，故選(C)
23. 甲之橫軸可為氧氣濃度，氧氣濃度越大，氧化釋能越多， K^+ 的吸收速率愈快，但 K^+ 載體有一定數量，故具有最大吸收速率(飽和點)。乙之橫軸可為溫度變化，在一定溫度範圍內，溫度愈高吸收速率愈快，但溫度過高，吸收速率會下降。丙之橫軸可為 K^+ 運輸蛋白數量，其數量愈多吸收速率愈快。故選(B)
24. 種皮來自珠被，其基因與雌性親代相同，故兩種子代植株種皮基因型分別為 TT 和 tt 。胚來自受精卵，故兩種子代植株之胚的基因型均為 Tt 。胚乳來自兩個極核與一個精核受精，故兩種子代之胚乳的基因型不同，其一為 TTt ，另一為 Ttt 。綜合上述，故選(D)
25. (A) 通常僅具一個胚珠(因為一個芒果僅有一個種子) (B) 亦可進行營養繁殖 (C) 多個 (D) 水稻屬單子葉植物，其種子具有發達的胚乳和一枚小型子葉，故萌發所需的養分主要來自胚乳 (E) 花粉管內的兩個精核，分別與胚囊內的卵與兩個極核受精，稱為雙重受精
26. (A) 在細胞質與粒線體中進行 (B)(D)(E) 三者均在細胞質中進行 (C) 丙酮酸進入粒線體，完成氧化產生 CO_2 和 H_2O ，並釋出能量。故(C)為最適當選項
27. (A) 在微血管處，血漿與組織液可進行物質(包含水分)交換(組織液再與細胞進行物質交換)；有些組織液流入微淋管成為淋巴；淋巴最後由右淋巴總管與胸管分別流入血管，進入血液循環系統
28. (A) 聯絡神經元分布於中樞神經系統 (B) 體溫恆定中樞位於下視丘 (C) 骨骼肌亦參與反射動作，例如眨眼反射、屈肌回縮反射等 (D) 骨骼與骨骼之間常以韌帶相連
- ## 二、多選題
29. 運用電磁感應原理，透過交流電通過線圈產生磁場變化，在金屬物品產生感應電流，再引發金屬偵測門(或金屬探測器)發出鳴聲
30. (A)(B) 利用光電效應使電子離開鋅板，使鋅板帶正電。若驗電器原本帶負電，電子將流到鋅板，所以驗電器的金屬箔片垂下 (C)(D)(E) 因為紫外光的頻率最高，所以能量最高，可以判斷至少紫外光可以產生光電效應。紅外光與可見光條件不足，無法確認是否可產生光電效應
31. (A) 此繩波波長 10 cm (B) 此瞬間甲點向下運動 (E) 經半個週期丁會向上位移 8 cm
32. (A) 雪山山脈片岩~板岩，屬於變質岩 (B) 大屯山的安山岩(角閃石或輝石的斑晶)，屬於火成岩 (C) 砂岩，屬於沉積岩 (D) 海岸山脈的安山岩(石英或長石斑晶)，屬於火成岩 (E) 恆春半島的珊瑚礁石灰岩，屬於沉積岩
33. (A) 甲組相對濕度是 $\frac{15}{25} \times 100\% = 60\%$ ，最接近嘉君 (B) 乙組相對濕度是 100% ，即氣溫等於露點溫度，最接近子軒

- (C) 丙組相對濕度是 100% ，且氣溫為 8°C ，沒這位同學 (D) 甲、乙、丙組的露點溫度分別是 14°C 、 20°C 、 8°C ，故為乙組最高 (E) 空氣塊氣溫 $>$ 或 = 露點溫度，農諺資料不合理
34. ①地繞日公轉橢圓軌道的偏心率變小時，冬夏近日點遠日點的距離差距變小，氣溫差距也變小，選(B)
 ②地軸傾角變大時，冬夏季陽光直射區差距變大，造成氣溫差距變大，北極圈冰易融化，不利地球冰期發展，選(C)
 ③北半球夏天位於近日點，離太陽更近，夏天會變得更熱，北半球冬天位於遠日點，冬天會變得更冷，選(E)
35. (A) 不可用溫度計攪拌，因溫度計下端水銀球或酒精球部分的玻璃較薄，是溫度計最脆弱的部分，容易因碰撞試管壁而破裂 (C) 硝酸鉀溶於水為吸熱反應，故試管底部溫度會降低 (E) 硝酸鉀晶體開始溶解時為飽和溶液
36. (A) 放出液體應按住安全吸球的 E 處
 (B) H_2SO_4 的莫耳數為 $18 \times 0.01 = 0.18 \text{ mol}$
 (D) 當液面達刻度處時， $[\text{H}_2\text{SO}_4] = \frac{0.18}{0.5} = 0.36 \text{ M}$ ，但因稀釋後的體積未達 500 mL ，故 $[\text{H}_2\text{SO}_4] > 0.36 \text{ M}$
 (E) 器皿 X 的名稱為容量瓶
37. (A) 與惰性氣體為同族元素，化性不活潑 (C) 放射性的惰性元素 (D) 中性原子的電子數為 118
38. (A) 甲為草本雙子葉植物之莖，乙為雙子葉植物之根，丙為單子葉植物之根，丁為單子葉植物之莖，故丙和丁可能來自同一植物 (B) 甲和丁是莖，乙和丙是根 (C) 雙子葉植物具有形成層，單子葉植物通常不具有 (D) 甲和丙具有髓(其維管束呈環狀排列)，乙和丁不具有髓(其維管束並非呈環狀排列) (E) 乙和丙是根，具有內皮和周鞘
39. 呼吸氣體經由擴散作用而進行氣體交換，故(A)與(D)的進行可升高肺部微血管中 CO_2 濃度，促使 CO_2 擴散進入肺部；(C)的進行可降低肺部微血管中 O_2 的濃度，促使 O_2 由肺泡擴散進入肺部微血管
40. (A) 甲無消化功能 (C) 胰液含脂酶可消化脂質 (D) 丁分泌的膽汁不含消化酶

第貳部分

41. (A) 丙位置固定在 10 公尺處 (B) 丙在 $t=0$ 時離原點最遠 (C) 甲、乙的斜率相同，速度一樣快 (D) 乙的速度為 $+2.5$ 公分/秒 (E) 甲比乙先追上丙
42. 原來男孩與女孩是靜止的，因此總動量為零；而二人在無阻力的地面，不受外力作用，因此根據動量守恆，後來男孩與女孩的總動量仍為零。所以 $80 \times 2 = 40 \times v \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$
43. (A) $\mu_{\text{甲}} = 2\mu_{\text{乙}}$ ， $m_{\text{甲}} = m_{\text{乙}} \Rightarrow f_{\text{甲}} = 2f_{\text{乙}}$
 $W = -fs \Rightarrow W_{\text{甲}} = 2W_{\text{乙}}$
 (B) 由功能定理 $W = -fs = \Delta K = K - K_0$
 $f_{\text{甲}} = 2f_{\text{乙}} \Rightarrow K_{\text{甲}} < K_{\text{乙}}$
 (C) $m_{\text{甲}} = m_{\text{乙}}$ ， $f_{\text{甲}} = 2f_{\text{乙}} \Rightarrow a_{\text{甲}} = 2a_{\text{乙}}$
 $0 = v_0 - at \Rightarrow t_{\text{甲}} < t_{\text{乙}}$
 (D) 兩木塊初速、末速皆相同，因此減少的動能相等
 (E) 由功能定理 $W = -fs = \Delta K$ ，甲木塊的位移較小
44. 假設碰撞前 m_1 的速度為 v_1 ，動能為 E_k ，而 m_2 靜止
 則 m_1 碰撞後的速度： $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$
 m_1 剩下的動能 $E_{k1} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 E_k$
 在 $m_1 = m_2$ 時， $E_{k1} = 0$ 為最小值
 即找質量相近的原子碰撞減速最多
45. 氦核原子量為 2 amu ，中子原子量為 1 amu ，剩下動能
 $E_{k1} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 E_k = \left(\frac{1-2}{1+2}\right)^2 E_k = \frac{1}{9} E_k$

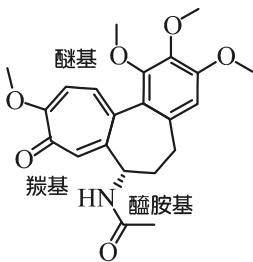
46. 設地球原來質量為 M ，月球原來質量為 m ，開採的質量為 Δm ，月球繞地球運行軌道半徑為 r ，二者彼此間原本的萬有引力為 F ，後來的萬有引力為 F'

$$F = \frac{GMm}{r^2}, F' = \frac{G(M + \Delta m)(m - \Delta m)}{r^2}, F > F'$$

$$F_c = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} \propto \sqrt{\frac{1}{M}}$$

因地球質量變大，故月球繞地球的週期變小

47. (A) 由力圖可知正向力方向向右
(B)(C) 由力平衡可知 $F = N$ 。故 F 越大， N 越大
(D)(E) 靜摩擦力 f 與重力 W 大小相同，故木塊靜止時摩擦力大小不變
48. (B) 喜馬拉雅山山根底部會上升 (C) 經過長期風化侵蝕後，喜馬拉雅山頂的海拔高度會下降，以符合地殼均衡說 (E) 此處地殼會發生垂直上升運動
49. 當地球從位置①到位置③時，月球公轉 390 度，這段朔到下次朔的時間稱為朔望月。當月球公轉等速時，利用等比例關係式 $\frac{360^\circ}{30\text{天}} = \frac{390^\circ}{X\text{天}}$ ，可知 $X = 32.5$ 天
50. (A) 空氣團塊在 1500 m 時垂直氣溫直減率發生轉折(變小)，空氣由未飽和變成飽和狀態，溫度每上升 100 m 降溫 1°C ，1500 m 共降 15°C ： $26^\circ\text{C} - 15 \times 1^\circ\text{C} = 11^\circ\text{C}$ (B) 空氣塊在 1000 m 時，屬於未飽和空氣，溫度每上升 100 m 降溫 1°C ，1000 m 共降 10°C ： $26^\circ\text{C} - 10 \times 1^\circ\text{C} = 16^\circ\text{C}$ (C) 雲的形成高度(開始凝結高度)應改為 1500 m，因為空氣塊溫度變化率，在此高度發生轉折，表示在 1500 m 達到露點溫度 (E) 3000 m 以上，空氣團塊的溫度比周圍溫度低，失去上升動力而停在此高度
51. (A) 此測點表層水的鹽度約 36.0‰，溫度約 18°C (B) 300 m 深的水是由 U 與 AAIW 水團混合而成 (D) 影響密度的因素是溫度與鹽度 (E) 若以 1:1 比例將 A、B 混合成 C，則 C 密度會大於 A，因為 C 在 1.028 曲線的右下方，約為 1.0282，此為海水的混合增密現象
52. (A) 圖中 2010 年 1、2 月，中赤道太平洋海溫異常升高，顯示溫暖海水由西太平洋向東瀰漫至中部，應是發生聖嬰現象 (B) 2010 年 1、2 月，為聖嬰期，赤道東風減弱，赤道東太平洋湧升流比氣候平均值弱 (D) 2008 年 1、2 月，為反聖嬰期，赤道東風增強，赤道東太平洋湧升流比氣候平均值強 (E) 2008 年 1、2 月是反聖嬰年，因中赤道太平洋海溫距平是 -2 ，所以赤道東風增強，東太平洋的湧升流增強，將底部營養鹽帶到表層，葉綠素含量增高
53. (B) 為逆斷層 (E) 地層傾向南，傾角 48 度
54. (A) 使用反射式望遠鏡，其口徑較大，看到的星星會比較亮 (B) 如果使用反射式望遠鏡，最多可放大到 150 倍 ($\frac{1500}{10} = 150$ 倍) (C) 使用反射式望遠鏡，容易有像差現象 (D) 使用折射式望遠鏡，容易有色差現象
- 55.



56. 該化合物的分子式為 $\text{C}_{22}\text{H}_{25}\text{NO}_6$
57. 找含羥基最多且碳鏈長度較短的分分子親水性較高，故選(C)
58. 陽極為發生氧化反應失去電子，因此陽極通入的氣體氫氣發生氧化，故選(B)
59. (A) 氫氧燃料電池不為一次電池，亦不為二次電池 (B) 含碳的燃料電池亦會排放二氧化碳 (D) 氫燃料電池(質子交換

膜)的使用溫度是 80 至 100°C 之間，安全上之顧慮較低，適合作為汽車動力來源 (E) 燃料電池是把化學能轉換成電能，能量轉換效率較傳統火力發電高

60. ①為 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；②為 CO_2 ；③為 NaHCO_3 ；④為 Na_2CO_3 ⑤為 NH_3

61. 依題意得知

$$(8.2 \times 10^{-3} - 6.0 \times 10^{-3}) \times 10^3 \times \frac{100}{1000} \times \frac{1000}{20} = 11 \text{ mg/L}$$

故屬於中度污染

62. (A) 同源染色體分離 (B) 二分體排列在細胞中央 (C) 同源染色體聯會 (D) 兩條姊妹染色體相互分離 (E) 四分體排列在細胞中央。其中(B)(D)亦可發生於有絲分裂的過程
63. (B) 子代存活率最高，可知其幼習性最為周密
64. 白蟻與其腸道內之鞭毛蟲的關係屬於互利共生。(A) 為片利共生 (B) 為競爭 (C)(D)(E) 皆為互利共生
65. (A) 植物界與原生生物界 (B) RNA 合成時較易產生變異，最近流行、由病毒引起的疾病，大多為 RNA 病毒 (C) 同功器官不能作為生物來自共同祖先(同源說)的演化證據 (D) 僅在環境中存在其抗藥性可對抗的藥物時，該抗藥性細菌才屬「適者」，會大量繁殖
66. (B) B：褐色(顯性)，b：黑色(隱性)。若以褐色(B)雄蜂與黑色雌蜂(bb)進行交配，亦即： $B(\text{雄}) \times bb(\text{雌})$ ，因產生的卵子均為 b，故雄蜂均為黑色 (E) 受精卵均為 Bb，故蜂王與工蜂等雌蜂均為褐色
67. 因為雄蜂直接由未受精的卵細胞發育而成，故由子代雄蜂含 AB、Ab、aB 與 ab 等 4 種基因型，可推知親代雌蜂的基因型應為 AaBb，再由子代雌蜂的基因型可推知親代雄蜂的基因型應為 ab，故選(C)
68. 草履蟲生存在適當環境，族群數量會快速呈指數成長，接近環境負荷力時，成長逐漸變慢，最後停止成長。亦即族群成長的速率由慢變快，當趨近環境負荷力時，成長速率又轉而變慢，最後停止，故選(D)