

111 年學科能力測驗第六次模擬考試

自然考科

111-W6

命題範圍：物理(全)
化學(全)
生物(全)
地球科學(全)

— 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. 單原子理想氣體的平均動能可用下列公式表示： $\bar{K} = \frac{3}{2}kT$ 。式中 \bar{K} 為氣體分子的平均動能， T 為系統的絕對溫度， k 為波茲曼常數， k 值的命名是用以紀念奧地利物理學家波茲曼在統計力學方面的貢獻。若以 S.I. 制來表示波茲曼常數的單位，試問應如何表示？

- (A) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{K} \cdot \text{s}^3}$ (B) $\frac{\text{kg}^2 \cdot \text{m}^2}{\text{K} \cdot \text{s}^2}$ (C) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{K} \cdot \text{s}^2}$ (D) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{K}^2 \cdot \text{s}^2}$ (E) $\frac{\text{K} \cdot \text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

2. 祖晟上完「焦耳實驗」課程後，擬參照課本所述，在實驗室裡裝置適合的儀器重新檢視熱功當量 (mechanical equivalent of heat) 的數值，如圖 1 所示。已知兩重錘之質量均為 10 kg，等速緩慢降落距離 $h = 2 \text{ m}$ ，照這樣反覆 42 次，但上升時不帶動攪拌器。已知容器上升 1°C 需熱量 200 cal，容器內裝水之質量 $m = 1.0 \text{ kg}$ ，設 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，不計熱量散失，試問水溫將上升約多少 $^\circ\text{C}$ ？

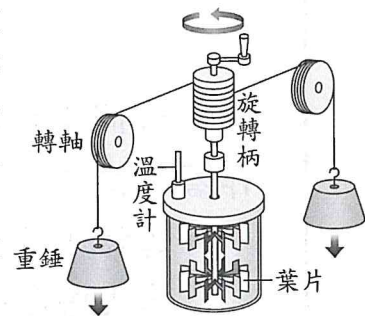


圖 1

- (A) 0.033 (B) 0.33 (C) 0.5
(D) 1.33 (E) 3.33

3. 電力和重力同樣都是自然界的基本交互作用力，但其強度卻相差甚大。若以最簡單的元素氫原子為例，氫原子是由一個質子和一個電子所組成，其間的距離約為 0.53\AA 。參考表 1 所提供的數據，試計算氫原子內質子與電子之間的電力約為重力的幾倍？

表 1

	質子	電子	常數
質量	$1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$	重力常數 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2}$
電荷	$+1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	庫侖常數 $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$

- (A) 10 倍 (B) 10^2 倍 (C) 10^{10} 倍 (D) 10^{20} 倍 (E) 10^{39} 倍

4. 友志以兩種方式拉引質量 2 公斤的木箱進行直線運動：
第一次：施一水平 8 牛頓拉力作用時，木箱呈等速度運動。
第二次：若換成仰角 37° 、20 牛頓的斜向拉力作用時，木箱呈等加速度運動，如圖 2 所示。

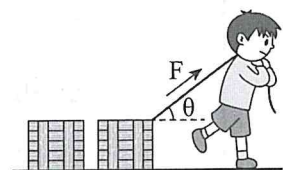
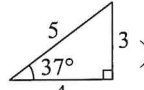


圖 2

試問友志第二次拉動木箱運動的加速度量值為若干？（設 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

（註： 37° -53- 90° 三角形三邊長的比例關係如右圖：)

- (A) 1.6 公尺/秒² (B) 3.2 公尺/秒² (C) 6.4 公尺/秒² (D) 10 公尺/秒² (E) 12.8 公尺/秒²

5. 如圖 3 所示，為英國科學家卡文迪西之扭秤實驗簡化示意圖。裝置中必須透過材料力學 (Mechanics of Materials) 依據細線扭轉的程度量得大球與小球間的重力量值 F_g 、用電子秤分別秤量大球與小球質量 M 與 m ，並量度二球球心間的距離 r ，試問就這些資料將如何求出重力常數 G 的量值？

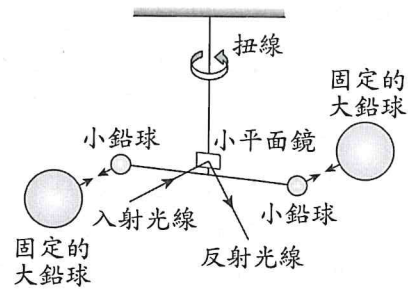


圖 3

- (A) $\frac{Mm}{F_g r^2}$ (B) $\frac{F_g Mm}{r^2}$ (C) $\frac{r^2}{F_g Mm}$
(D) $\frac{mr^2}{F_g M}$ (E) $\frac{F_g r^2}{Mm}$

6. 太陽及北極星所發出的光譜經分析後，兩者光譜中強度最強的波長分別為 $(\lambda_{\max})_{\text{太陽}} = 5100$ 埃、 $(\lambda_{\max})_{\text{北極星}} = 3500$ 埃，試問太陽及北極星的表面溫度比值約為多少？
(A) 1.31 (B) 1 (C) 0.69 (D) 0.25 (E) 0.1

7. 偉宏擬驗證「電磁感應」原理，依課本的示範實驗步驟進行。如圖 4 所示，他手握一根磁棒對著鉛直而立的圓形線圈穿入、拉出，觀察線圈的磁力線數目產生變化所產生的感應電流量值與方向。書上記載當磁鐵向線圈靠近時，檢流計可以測量得感應電流的量值。但是，偉宏無論如何嘗試，發現檢流計的指針僅會輕微振動一下，幾乎無法察覺，檢流計幾乎量不到電流量值。試問偉宏該如何改變實驗儀器或方法才能量得到感應電流的量值？(應選 2 項)

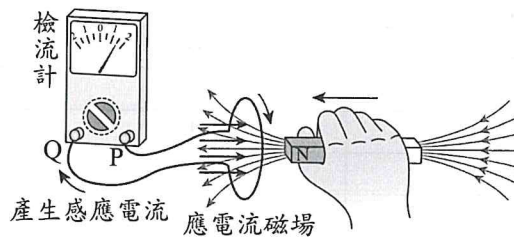


圖 4

- (A) 增加線圈匝數 (B) 將檢流計換成測量 1 安培以上的安培計
(C) 換強力磁鐵 (D) 線圈與檢流計之間串聯一個大電阻
(E) 檢流計的正負極對調

8. 如圖 5 所示，為美國太空總署 NASA 的天文科學家觀測 M27 行星繞太陽運行的示意圖，A 為近日點，B 為遠日點。已知 $\overline{AF} = 2 \text{ AU}$ ， $\overline{FB} = 6 \text{ AU}$ ， $\overline{CD} = 4 \text{ AU}$ ，下列有關 M27 行星繞日運轉的敘述，哪些錯誤？(應選 3 項)

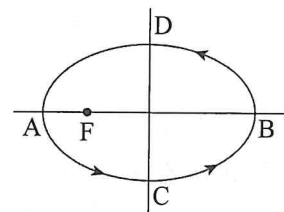


圖 5

- (A) 行星繞 $D \rightarrow A \rightarrow C$ 的路徑費時 t 與繞 $C \rightarrow B \rightarrow D$ 的路徑費時 T ，兩者費時相等
(B) 行星繞 $D \rightarrow A$ 的路徑費時 t' 與繞 $C \rightarrow B$ 的路徑費時 T' ，兩者費時相等
(C) 行星繞日的平均軌道半徑為 $\frac{(2+6)+4}{2} = 6 \text{ AU}$
(D) 行星繞日的週期為 8 年
(E) 將行星繞日的橢圓軌跡想像為圓，依克卜勒行星第二運動定律可推算出面積速率約 $2\pi \frac{\text{AU}^2}{\text{年}}$

9. 2003 年全世界物理學家評選出「十大最美物理實驗」，第一名是 1961 年物理學家利用楊氏雙狹縫干涉實驗裝置進行電子干涉實驗，如圖 6 所示。下列有關該實驗的推論，哪些正確？（應選 2 項）

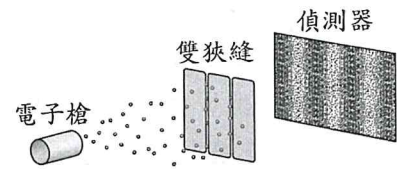


圖 6

- (A) 再次驗證光確實具有波動性
(B) 最後結論是光具有波、粒二象性
(C) 偵測器上的某區域電子堆積甚多，表示電子在該區域位置出現的機率較多
(D) 微粒子具有波、粒二象性
(E) 微粒子說明了牛頓粒子說的正確性

10-12 題為題組

番茄因具有低熱量且富含多種維繫身體健康的營養素，是哈佛醫學院推薦的十大超級食物之一，在我國也被視為減重與養生的食品。在市面上番茄可粗分為小番茄與大番茄兩類，若以營養成分來區分，小番茄屬於水果類，而大番茄則歸類為蔬菜類。表 2 為每 100 克小番茄與大番茄的營養素成分：

表 2 小番茄與大番茄的營養素成分

營養成分	小番茄 (100 g)	大番茄 (100 g)
熱量 (kcal)	33	18
水分 (g)	90.9	94.5
膳食纖維 (g)	1.7	1.0
糖質總量 (g)	5.1	2.2
鈉 (mg)	6	2
鉀 (mg)	270	217
鈣 (mg)	14	10
鎂 (mg)	11	9
鐵 (mg)	0.8	0.3
鋅 (mg)	0.2	0.3
磷 (mg)	24	24
β-胡蘿蔔素 (mg)	7.00	1.02
茄紅素 (mg)	4.10	2.57
維生素 E 總量 (mg)	0.93	0.69
維生素 K1 (ug)	2.62	0.0
維生素 B 群 (mg)	0.92	0.54
維生素 C (mg)	43.5	14.0

番茄較值得注意的是富含的「β-胡蘿蔔素」及「茄紅素」，這兩種「類胡蘿蔔素」目前已有各種研究結果顯示其對人體健康有正面的影響。例如：茄紅素是一種天然的抗氧化劑，可去除人體內的自由基以減少癌症與其它疾病的發生，而茄紅素去除自由基的能力是維生素 E 的 10 倍，β-胡蘿蔔素的 2 倍。經實驗測量結果每 100g 番茄經加熱處理後茄紅素可由 2.57 mg 增加至 3.04 mg，若搭配油脂料理更可增加茄紅素的含量，另外番茄中也含有不少的維生素 C，它也是一種天然的抗氧化劑，但經過加熱處理後會逐漸流失。

10. 飲食中攝取適量鉀，可以協助水分和鈉的排出，進而降低血壓。由表 2 資料可知番茄也算是高鉀食物，除了腎臟病患外，美國心臟協會指出每日攝取 3500 mg 的鉀，可將心血管疾病風險降至最低。若每顆小番茄的重量為 10 克，則欲由小番茄攝取 3500 mg 鉀的建議量，至少需要吃多少顆？

- (A) 130 (B) 93 (C) 53 (D) 13 (E) 10

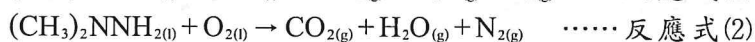
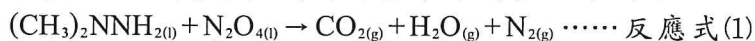
11. 若每顆小番茄的重量為 10.0 克，每顆大番茄的重量為 110.0 克，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 1 顆大番茄的熱量相當於 6 顆小番茄的熱量
 (B) 膳食纖維與糖質的化學式中不含氧原子
 (C) 番茄成分中的礦物質以維生素 C 含量最多
 (D) 茄紅素去除自由基的反應中，茄紅素的角色為還原劑
 (E) 與洗淨生食比較，大番茄加入食用油烹煮，可攝取較多的茄紅素，但維生素 C 則較少
12. 重量相同時，下列哪一物質是造成小番茄熱量比大番茄多的原因？
 (A) 膳食纖維 (B) 糖質 (C) 鉀 (D) β -胡蘿蔔素 (E) 維生素 C

13-14 題為題組

液態火箭引擎是指採用液態的燃料和氧化劑作為能源的火箭引擎。液態火箭引擎使用的推進劑可以是一種液態化學物質，即「單組元推進劑」，也可以是幾種液態化學物的組合，例如偏二甲肼與四氧化二氮組合的「雙組元推進劑」，無論哪種組元推進劑其原理都是利用反應後產生的氣體作為推進的動力，且產物的氣體愈多，火箭可獲得愈大的推力。

偏二甲肼分子可表示為 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} - \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ，無論與四氧化二氮或氧氣反應，皆生成

相同的產物，反應方程式（係數未平衡）如下所示：



13. 下列有關液態火箭燃料的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 1 分子的偏二甲肼中含有 5 個共價鍵
 (B) 偏二甲肼在反應式(1)中作為氧化劑
 (C) 偏二甲肼在反應式(2)中作為還原劑
 (D) 偏二甲肼的路易斯結構中，氮原子不滿足八隅體
 (E) 欲使火箭獲得較大的推力，則應選擇反應式(1)作為「雙組元推進劑」
14. 由於偏二甲肼與四氧化二氮的反應相當迅速，瞬間所釋出的熱量也相當的多，故足以使產物中的水形成氣態。若使足量的四氧化二氮與偏二甲肼完全反應，以獲得 18.0 莫耳的產物氣體，則至少需要多少克的偏二甲肼？（原子量：H=1.0，C=12.0，N=14.0）
- (A) 15.0 克 (B) 30.0 克 (C) 45.0 克 (D) 90.0 克 (E) 120.0 克
15. 圖 7 為一個附有無摩擦力隔板的真空容器，總容積為 1.0 升。在甲、乙兩區域分別充入等質量的 A、B 兩種氣體，達平衡後結果如圖 8，若充入不等質量的 X、Y 兩種氣體，達平衡後結果如圖 9。下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

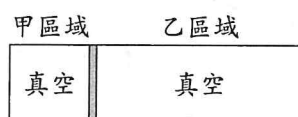


圖 7 真空容器

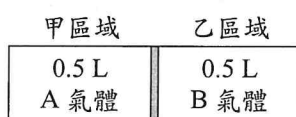


圖 8 充入等質量氣體

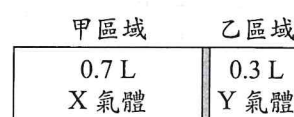


圖 9 充入不等質量氣體

- (A) A 氣體的分子量等於 B 氣體的分子量
 (B) 甲、乙兩區域內 X 與 Y 氣體的密度比為 7 : 3
 (C) 甲、乙兩區域內 X 與 Y 氣體的密度比為 3 : 7
 (D) 甲區域內 X 氣體的總質量大於乙區域內 Y 氣體的總質量
 (E) 甲區域內 X 氣體的莫耳數大於乙區域內 Y 氣體的莫耳數

21. 圖 12 為孟德爾以豌豆為材料進行雙性狀雜交的遺傳實驗，其中第一子代表徵以甲稱之，而第二子代的四種不同表徵分別採用乙、丙、丁、戊稱之。依據圖示，圖中的何種表徵其基因組合必為異型合子？

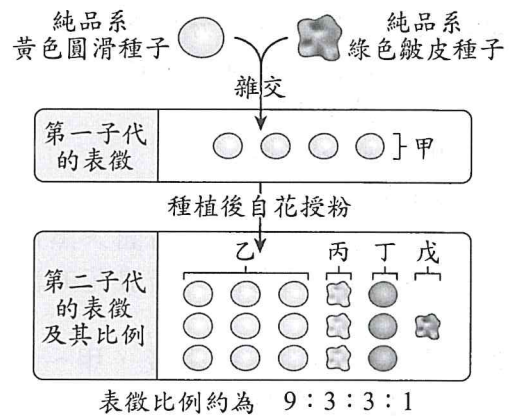


圖 12

22. 使用酵素將一單股的 RNA 分子進行水解之後，所得的游離性核苷酸最可能會是下列何者？
(A) ATP (B) dATP (C) GDP
(D) dTMP (E) UMP
23. 在真核細胞中，下列何種酵素或構造的功能異常時，將可能使得基因的 DNA 鹼基序列產生變化，進而影響基因表現的結果？
(A)限制酶 (B)核糖體 (C)DNA 聚合酶 (D)RNA 聚合酶 (E)ATP 合成酶
24. 科學家摩根以果蠅為材料進行果蠅眼色遺傳的雜交實驗過程裡，並沒有獲得下列何種結論？
(A)紅眼等位基因位在 X 染色體上
(B)白眼等位基因位在 X 染色體上
(C)將紅眼雌果蠅與白眼雄果蠅進行雜交實驗的結果，不同於白眼雌果蠅與紅眼雄果蠅進行雜交實驗的結果
(D)在 X 與 Y 染色體上皆有控制果蠅眼色的基因
(E)雌果蠅若具有兩個白眼等位基因時，才能顯現白眼表徵
25. 對比林奈時期的系統分類與現今學界所使用的系統分類，兩者之間最大的差異為何？
(A)是否使用二名法對生物進行命名工作 (B)是否能反映出不同類群間的親緣關係
(C)是否使用分類階層的概念將生物分群 (D)是否對多細胞生物進行分類工作
(E)每一種生物是否在分類架構之下有其特定的分類地位
26. 科學上會選擇合適的載體將目標基因送入細胞中表現，考量到草履蟲容易培養且主要以分裂生殖快速繁衍後代的特性，則載體承載目標基因後所形成的重組 DNA 可送入細胞中的哪些構造中進行基因表現？(應選 2 項)
(A)液泡 (B)細胞核 (C)葉綠體 (D)粒線體 (E)內質網
27. 圖 13 為某種單細胞生物進行無性生殖的生殖模式。依據圖示，該種生物的營養模式與產能方式為何？(應選 3 項)
(A)自營生物 (B)異營生物 (C)光合作用
(D)發酵作用 (E)有氧呼吸

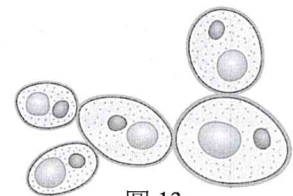


圖 13

28. 每當颱風來臨，政府管理單位總要規勸衝浪民眾停止遊憩行為，暫時離開海域。下列關於這種情況的描述，哪些正確？(應選 2 項)
(A)此時發生瘋狗浪的機率會變低
(B)此時氣象單位會發布長浪警報，這邊的長浪是指波長較長
(C)驅離的動作不能等到有風雨的現象再執行，因為浪會比颱風更快到
(D)管理單位應該優先管制外海的船隻，該處的浪高會比衝浪遊客所遭遇的更大
(E)衝浪客喜歡挑戰大的浪，而颱風來的時候的浪和平時的浪形成原因不同，成因比較接近於海嘯，才能有這麼大的浪

29. 反照率是研究或分析地球能量收支重要的一項數據。下列關於反照率的大小比較，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 沙漠 > 海洋
 - (B) 森林 > 雪地
 - (C) 沼澤 > 平坦水泥地
 - (D) 塗有白色油漆的牆面 > 黑色柏油路面
 - (E) 有浪花的海面 > 無浪花的海面
30. 表 3 為某地震發生後，甲～戊五個觀測站的觀測紀錄。根據此表，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

表 3

觀測站	震央距離	開始振動的時刻	P 波與 S 波的時間差
甲	154 km	8 時 49 分 16 秒	19 秒
乙	82 km	8 時 49 分 04 秒	12 秒
丙	164 km	8 時 49 分 20 秒	22 秒
丁	50 km	8 時 48 分 57 秒	9 秒
戊	-	-	16 秒

- (A) 表格資料中，P 波與 S 波的時間差是由 S 波抵達測站的時間減去 P 波抵達測站的時間計算出來的
 - (B) 根據紀錄可以推估，以表格內的測站來說，P 波最早抵達甲站
 - (C) 地震大約發生在 8 時 48 分 47 秒
 - (D) 觀測站戊到震央的距離大約 170 公里
 - (E) 震度可以直接由表中的震央距離來推算，丁有最大震度
31. 巴布亞紐幾內亞東部 2022 年 9 月發生規模 7.6 地震，震源深度為 61 公里，圖 14 及圖 15 為震央位置及全球板塊位置分布圖。根據這些資訊，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



圖 14 震央位置



圖 15 全球板塊位置分布圖

- (A) 此地震屬於環太平洋地震帶的系統
- (B) 此地引起海嘯的可能性很低
- (C) 此地震位於張裂型板塊邊界
- (D) 此地震規模比臺灣 921 大地震規模 7.3 多了 0.3，能量多了 0.039 倍
- (E) 該地區地質條件與夏威夷群島類似

32. 事件視界望遠鏡 (Event Horizon Telescope, EHT) 在 2022 年成功拍攝到位於銀河系中心的人馬座 A 星的黑洞照片，這個任務的難度可以分成兩個角度來考量：

- (1) 需要不受塵埃影響的觀測波長：從地球往銀河系中心觀察，路徑長達 27,000 光年，中間布滿宇宙塵埃，而超大質量黑洞就躲在這片塵埃後，部分波段被塵埃吸收了，因此無法在地表利用 _____ 看到銀河中心，需選擇不受塵埃影響的波長才能接收來自遙遠星系的訊號。
- (2) 需要符合需求的解析角：望遠鏡的「視力」(角解析度)和波長也有關，波長越短、角解析度越好，可以看清楚解析角越小。除此之外望遠鏡口徑也是影響角解析度的條件之一，口徑越大、角解析度越好，而事件視界望遠鏡便利用特長基線干涉 (Very-long-baseline interferometry, VLBI) 技術串聯世界各地 8 座望遠鏡，形成一座口徑超巨大的「虛擬洲際望遠鏡」對準星系中心拍攝。

根據上文，下列推論何者正確？

- (A) 文中空格應該填入無線電波望遠鏡較為正確
- (B) 望遠鏡的口徑越大，解析角越大
- (C) 文中提到的塵埃即為我們在野外觀星時看到的銀河的組成之一
- (D) 由文中可知，地球位在銀河系的邊緣
- (E) 可從敘述中推測，此計畫的望遠鏡不會受到地球大氣的干擾

33. 臺灣科學家利用義大利北部一處洞穴中的石筍微量元素紀錄與精確的鈾鈦定年技術，重建 800 年以來歐洲的氣候變遷。研究發現西元 1450~1850 年的「小冰期」歐洲北部秋冬時節經常性出現異常高壓，迫使當時的西風帶分岔成兩條，其中之一將源源不絕的水氣帶往地中海地區，另外一條則將溫暖潮溼的空氣帶往極區(如圖 16)。這時歐洲大部分的地區被強勁的高壓勢力影響，導致西風無法調節歐洲大陸上的氣候。因為西風沒辦法吹進歐洲大陸，加劇歐洲大部分地區數百年極乾與極冷的冬季，造成歐洲大陸數百年的極乾冷時期。研究指出這種西風分岔現象，可能是由小冰期初期大規模的海冰融化事件與太陽活動減小所誘發。在未來全球暖化的趨勢下，不斷消融的大西洋海冰很可能會讓這幾百年前的劇本重演。根據上文，下列敘述何者正確？

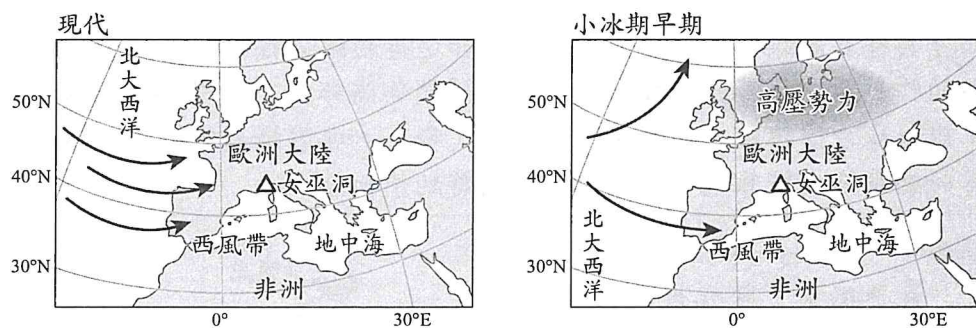
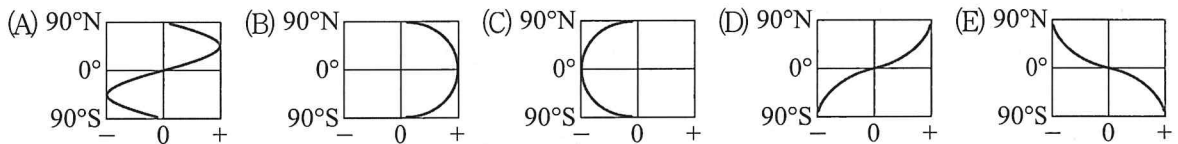


圖 16

- (A) 鈾鈦定年測得的為相對地質年代
- (B) 若要驗證此研究中關於太陽活動減小的論述，分析太陽自轉速度數據是最適切的證據
- (C) 文中提到小冰期初期有大規模海冰融化，據此應該可以在同樣的年代找到海平面上升的證據
- (D) 根據此項研究結果可知，歐洲大陸因為西風分岔造成的乾冷氣候會週期性發生
- (E) 文末畫底線的描述符合地質學上「均變說」的理論基礎

34. 共伴效應又稱共伴環流，主要是東北季風與颱風環流結合造成。由於全球暖化的影響，共伴效應在近年來似乎有增加的趨勢，依據中央氣象局的資料，1970 至 1979 十年間只發生了 5 次共伴效應，1980 至 1989 十年間則有 7 次，1990 至 1999 十年間增加到 11 次，2000 年後至 2010 年已經有 13 次共伴效應發生。根據上文，下列敘述何者正確？
- (A) 依照這筆資料推論，單純只考慮共伴效應的作用，全球暖化會導致臺灣降雨減少
(B) 共伴環流主要造成的災害是使風速變強，亦導致交通事故或是廣告棚架倒塌等問題
(C) 容易發生共伴效應的颱風路徑和西北颱的路徑類似
(D) 共伴效應只會發生在臺灣北部，不會影響到臺灣其他區域
(E) 東北季風與颱風交互作用，會發生高溫潮溼的空氣被抬升的情形，使降雨比單純只有颱風的時候更多

35. 下列 5 個選項圖形為平面圖，何圖表示吹相同風速的東風，其隨著緯度不同所受到地轉偏向力的大小與方向？（已知橫軸表示地轉偏向力的大小，向北的方向定為+，且兩極不考慮）



36. 體積為 1 m^3 的 12°C 空氣，冷卻至 9°C ，結果有 1.8 g 的水滴產生，試問原先空氣的相對溼度為何？（已知表 4 為氣溫與飽和水氣量的關係）

表 4

氣溫 ($^\circ\text{C}$)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
飽和水氣量 (g/m^3)	7.3	7.8	8.3	8.9	9.4	10.0	10.7	11.4	12.1	12.7

- (A) 13 % (B) 57 % (C) 70 % (D) 83 % (E) 100 %

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。

37-39 題為題組

研習完「量子現象」課程後，大雄與宜靜擬進行光電效應的探究與實作，他們在實驗室裝置好如圖 17 所示的儀器進行實驗。首先以頻率 f 的單頻光照射金屬板，可以產生光電效應，量取通過三用電表的電流量值，再改變電壓檔記錄對應的電流量值，重複此步驟多次，紀錄得如表 5 所示各數值。

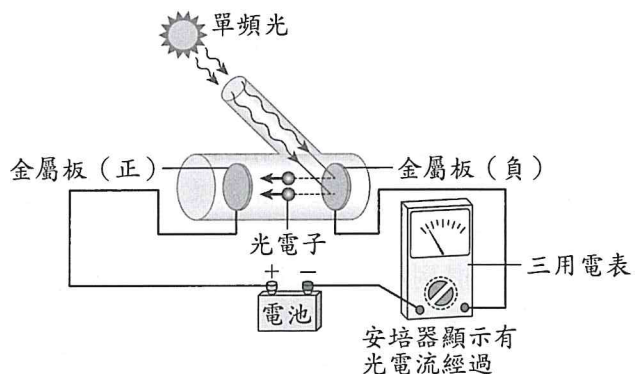


圖 17

表 5

類別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
電壓 (V)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
電流 (mA)	30	40	48	55	62	68	72	74	75	75	75	75	75	74	75

37. 依據實驗結果，可以推論 I-V 關係有何特性？
 (A) I 與 V 成正比
 (B) I 與 V 成反比
 (C) I 與 V 無關聯性
 (D) V 愈大，I 愈大，當 V 達到某一數值，I 維持不變
 (E) V 愈大，I 愈大，當 I 達到某一數值，V 維持不變
38. 承 37. 題，當外加電壓為 3.0 V 時，試推論三用電表顯示電流數值為多少 mA？（需適切說明原因）（4 分）
39. 大雄提議將圖示電池的正、負極反接，繼續進行實驗觀察與測量，下列相關敘述何者符合物理推論？
 (A) 電流從正極流向負極，所以電流方向會和原來相反
 (B) 由於光電子的運動方向相反，所以電流方向會和原來相反
 (C) 光電子運動變慢，電流變小，但方向沒有改變
 (D) 光電子數目變少，電流變小
 (E) 光電子數目變多，電流變大

40-43 題為題組

小賢老師採用大腸桿菌為實驗對象欲進行 DNA 的複製實驗操作。首先，他將細菌培養在 ^{14}N 的培養基中數代將此細菌做為親代，接著再將細菌移至 ^{15}N 的培養基中，並讓細菌進行分裂數代，分別抽取其 DNA 離心，檢驗所得到的結果。依據上文內容，回答下列問題。

40. 單一個大腸桿菌細胞內的染色體 DNA 數量為何？（2 分）細菌進行分裂過程中是否出現紡錘絲、紡錘體？（2 分）
41. 若小賢老師以此操作方式進行細菌培養，連續操作三代。則由親代至第三子代的 DNA 離心結果，依序排列為何？（使用圖 18 中的代號回答）（4 分）

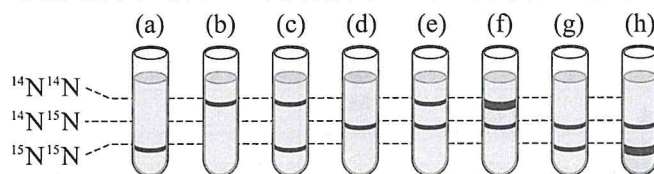


圖 18

	親代	→	F1	→	F2	→	F3
離心結果	_____	→	_____	→	_____	→	_____

42. 圖 19 為一個核苷酸分子結構示意圖，甲~丙分別代表該分子中的不同組成單元，則在 ^{15}N 培養基中培養數代後的大腸桿菌細胞裡，該分子的何處將會有 ^{15}N 分布？

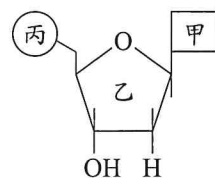


圖 19

- (A) 甲
 (B) 乙
 (C) 丙
 (D) 甲、乙皆有
 (E) 甲、乙、丙皆有

43. 細菌染色體 DNA 上的基因進行表現時，需有下列哪些酵素或胞內構造的協助？
(應選 2 項)
(A)限制酶 (B)核糖體 (C)DNA 聚合酶 (D)RNA 聚合酶 (E)DNA 連接酶

44-47 題為題組

丙烯醯胺 ($\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$) 在常溫下為白色無味片狀結晶，在常溫下會分解為二甲基胺，或是受熱分解為一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物，丙烯醯胺經研究證實對動物具有致癌性，但尚無法證明是否為人類的致癌物，故國際癌症研究機構 (IARC) 僅將其歸類為 2A 類致癌物。

天門冬醯胺是最常見的 20 種胺基酸之一，屬於非必需胺基酸，當加熱到足夠高的溫度時，天門冬醯胺會與醣類在食物中發生梅納反應 (Maillard reaction) 生成丙烯醯胺。以上兩種物質的物性如表 6：

表 6 丙烯醯胺與天門冬醯胺的物性

	密度 (25°C)	溶解度 (25°C)	熔點	沸點
丙烯醯胺	1.13 g/cm ³	2.04 kg/L	84.5°C	無，達 175°C 即分解
天門冬醯胺	1.54 g/cm ³	0.022 kg/L	234°C	438°C

2018 年 3 月美國加州洛杉磯高等法院提出判決書，規定加州每家咖啡店需清楚張貼咖啡中含丙烯醯胺可能致癌的警語，一時之間造成咖啡愛好者的恐慌。事實上，我們喝的咖啡中確實含有丙烯醯胺，而其中含量受以下三種因素的影響：

- (1) 咖啡豆品種：主要有阿拉比卡種與羅布斯塔。
- (2) 生豆烘焙時間：依生豆烘焙時間由短至長分為輕焙、中焙、重焙。
- (3) 沖泡方式：水煮（例如虹吸式咖啡壺與土耳其咖啡）、滴漏（例如手沖咖啡）、高壓（例如義式咖啡）。一般虹吸式咖啡操作過程約 40 秒完成，手沖咖啡則約 3 分鐘內完成，而義式咖啡僅約 30 秒內即可完成。

以上各因素的影響與比較，如圖 20~25 所示：

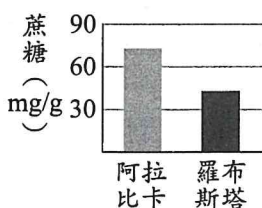


圖 20 兩種生豆的蔗糖含量

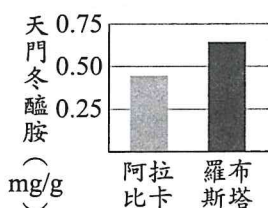


圖 21 兩種生豆的天門冬醯胺含量

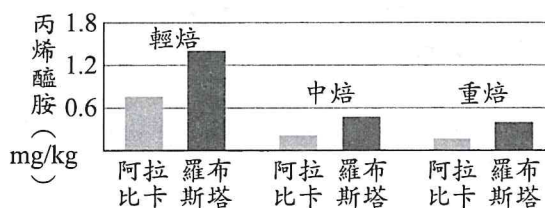


圖 22 兩種熟豆的丙烯醯胺含量

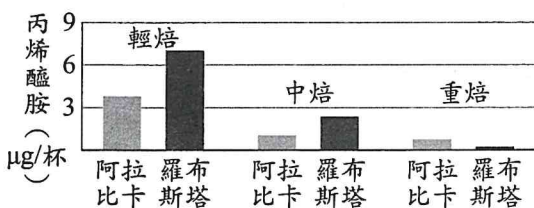


圖 23 兩種熟豆咖啡液中丙烯醯胺的含量
註：每杯咖啡體積為 160 毫升

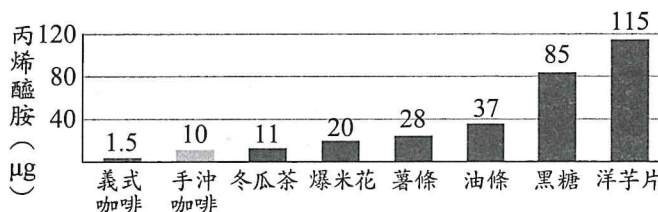


圖 24 常見食物中丙烯醯胺的含量
註：咖啡每杯，其餘為每 100 克

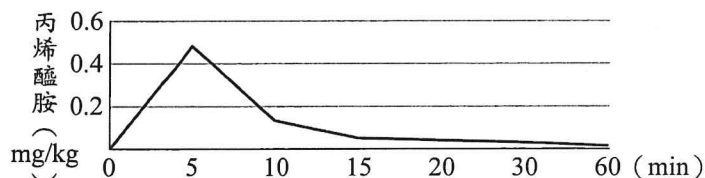


圖 25 生豆烘焙時間與丙烯醯胺含量的關係

44. 下列關於咖啡中成分的敘述，何者正確？
(A)天門冬醯胺在室溫下為液體
(B)由圖 24 可知，洋芋片中丙烯醯胺濃度為 1.15 ppm
(C)生豆在烘焙過程中發生的梅納反應，是屬於物理反應
(D)天門冬醯胺僅存在於自然界的生物中，人體無法自行製造
(E)取 100 克的丙烯醯胺晶體置入 1.0 升的水中，一段時間達平衡後，可觀察到丙烯醯胺晶體沉入水底
45. 由圖 20 至圖 25 的資料判斷，下列結論哪些正確？（應選 2 項）
(A)羅布斯塔生豆中，天門冬醯胺的含量大於醣類
(B)熟豆經沖煮後，丙烯醯胺可完全被萃取在咖啡液中
(C)同體積的義式咖啡中丙烯醯胺的含量，高於手沖咖啡
(D)烘焙 5 分鐘生豆後，再增加烘焙的時間，可減少熟豆中丙烯醯胺的含量
(E)雖然長時間烘焙可減少丙烯醯胺的含量，但也會破壞咖啡豆中營養素
46. 丙烯醯胺在國際癌症研究機構被歸類為 2A 類致癌物，因此各國都沒有訂定限量標準。若依據國內學者研究指出，丙烯醯胺的容許攝取量為每天每公斤體重 2.6 微克 (μg)，則某位體重 50 公斤的咖啡愛好者，每天喝手沖咖啡量不應超過多少杯？（參考圖 24 資料，需列出計算過程）（4 分）
47. 將生豆烘焙至熟豆，無論是輕焙、中焙或是重焙，羅布斯塔熟豆的丙烯醯胺含量都大於阿拉比卡熟豆，試由各圖資料判斷哪一物質是梅納反應生成丙烯醯胺的關鍵物質？並說明判斷理由。（4 分）

關鍵物質	判斷理由

48-50 題為題組

在與健康相關的網路文章或是醫生訪談中常提及，中藥和西藥雖然都是藥物，但並非都能同時服用，其影響層面，輕則降低藥性，重則產生致命的物質，不可不慎。而這樣的現象可以進一步從科學機制面來探討：西藥使用的抗生素，主要抗菌成分多為四環黴素或奎諾酮類，抗生素會與某些種類中藥成分結合，形成難溶性的螯合物，減少吸收，等於藥物沒有功效。這裡提到的中藥包含：石膏、牡蠣、龍骨（古代哺乳類動物骨骼化石）、石決明（鮑魚的殼）、滑石、赭石等。例如「龍骨牡蠣湯」為中醫治療自律神經失調的重要藥方，裡面富含 （甲），若與抗生素一起使用會使雙方都失效。

48. 根據上文，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
(A)能作為中藥材的除了植物來源外，大多是岩石，例如滑石
(B)文中所述作為中藥的材料中，若非現生的生物，則主要多產於沉積或變質環境，而非火山岩漿噴發活動旺盛的地點
(C)根據文中舉例的藥材種類，推測會跟抗生素螯合的成分並非鈣
(D)臺灣無法採集到龍骨這種藥材，一定是進口的
(E)根據龍骨的成分推測，其所在的地層無法找到菊石

49. 題幹中提到的赭石，常被過去及現代的畫家作為紅色顏料來源，歐洲史前時代的阿塔米拉壁畫就以此顏料畫出生動的野牛、馬群，其主要的成分與火星紅色地表的成分相似。下列敘述何者正確？
- (A)赭石的主要成分為碳酸鈣
(B)赭石的存在可以證明地球氧元素的存在
(C)赭石形成的年代與地球出現金屬成分的年代相似
(D)根據赭石的成分判斷，只有陸地的環境才有可能形成
(E)可從題目敘述得知，最早的赭石形成於史前時代（人類出現到文字出現之前的時代）
50. 根據題幹，請分別寫出一種岩石與一種礦物，其主要成分與空格（甲）處應填入的成分相同。（2分）

岩石	
礦物	

51-52 題為題組

圖 26 及圖 27 為臺灣在過去 110 年的溫度變化資料。

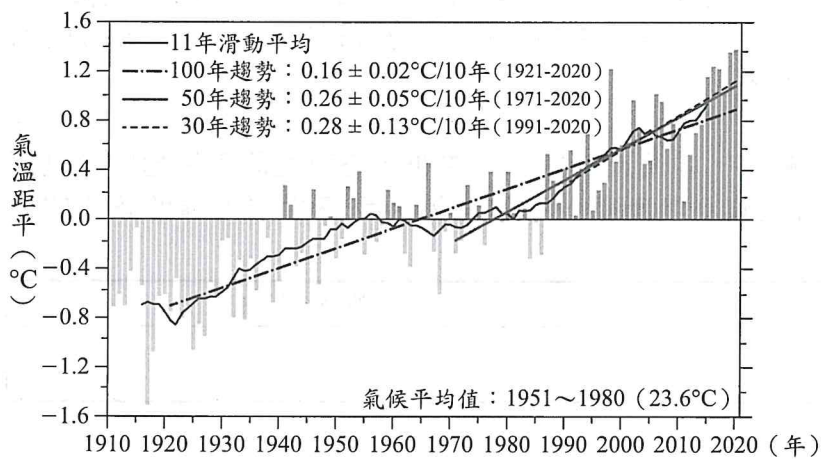


圖 26 1911~2020 年臺灣全年平均氣溫距平

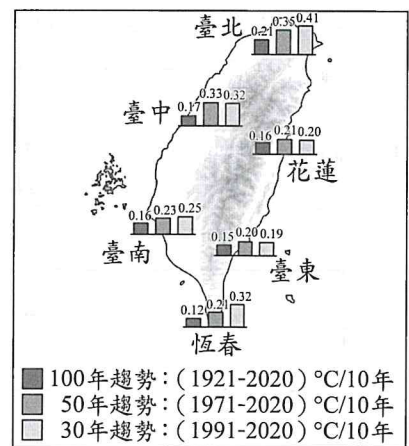


圖 27 臺灣年平均溫度的長期變化

51. 根據圖中資料，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）
- (A)臺灣 1920 年時的氣溫約為 -0.6 度左右
(B)臺灣 1960~1970 年左右的夏季氣溫應該不超過 23.6 度
(C)臺灣整體看來溫度有上升的趨勢
(D)北部的上升趨勢大於南部
(E)近 30 年的溫度上升幅度有在增加
52. 承上題，請嘗試說明在溫度上升的背景下，臺灣的糧食生產有可能發生什麼問題／風險？請用完整句子表達該問題的前因後果。（4分）

53-57 題為題組

臺灣正努力提升再生能源於總發電量的占比，在天氣好的日子，太陽能發電在日間尖峰已能扛起將近 20% 的用電量，未來發展備受關注。如圖 28，太陽能光電板由 N 型與 P 型矽半導體組合而成，在接受陽光之後，帶負電的電子會往 N 型半導體移動，而帶正電的電洞在 P 型半導體中變多，電子與電洞的分離使這兩種半導體中存在電位差。只要在光電板電極兩端接通導線，就能產生電流，進一步連接到電網被加以運用。

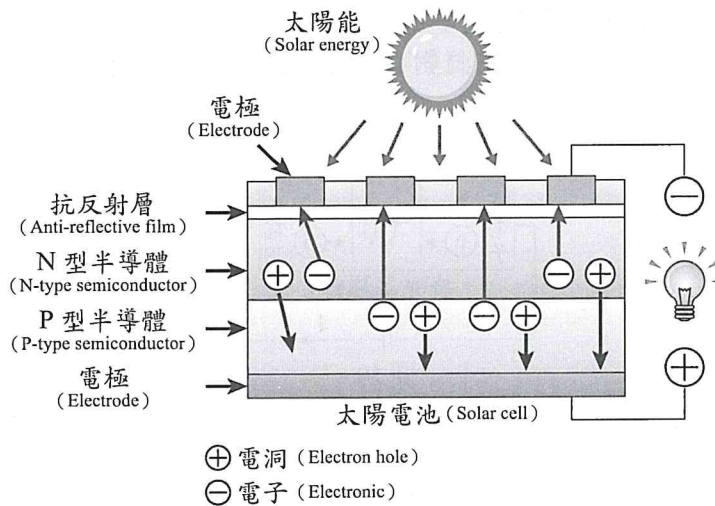


圖 28

太陽能發電的原理來自光電效應，這又牽涉到半導體，矽就是最豐富的半導體材料之一。在大多數情況下，矽的原始來源是一種稱為石英的礦物，它是二氧化矽結晶。二氧化矽在地殼裡占了3成，可說取用不盡，它也是玻璃的主材料。另外，冶金級矽的生產過程，本身會產生大量有毒氣體，如二氧化硫、一氧化二氮，當然還有二氧化碳。雖然排放量相對較低，但大規模生產太陽能電池板會產生大量的這些氣體，而這些氣體會造成酸雨這類的汙染。但是，這還只是鑄造新面板過程的開始，這種冶金級矽還需要進一步加工。冶金級矽還與鹽酸結合形成三氯矽烷，這是半導體工業中「超純矽」的前半段。我們要製造出多晶矽，但同時會有四氯化矽的副產品，而四氯化矽是一種劇毒。

太陽光能夠幫助人體合成更多維生素D，能有這樣功能的太陽光波長主要在290~315 nm，可將維生素D前驅物轉換成維生素D，促使白血球中每個染色體末端的端粒長度保持較長，有助於延緩衰老。端粒是短的多重複的非轉錄序列及一些結合蛋白組成特殊結構，除了提供非轉錄DNA的緩衝物外，它還能保護染色體末端免於融合和退化，在染色體定位、複製、保護和控制細胞生長及壽命方面具有重要作用，並與細胞凋亡、細胞轉化和永生密切相關。當細胞分裂一次，每條染色體的端粒就會逐次變短一些。

構成端粒的一部分基因約50~200個核苷酸，會因多次細胞分裂而不能達到完全複製（丟失），以至細胞終止其功能不再分裂。因此，嚴重縮短的端粒是細胞老化的信號。在某些需要無限複製循環的細胞中，端粒的長度在每次細胞分裂後，被能合成端粒的特殊性DNA聚合酶-端粒酶所保留。

端粒DNA是由簡單的DNA高度重複序列組成，端粒酶可用於給端粒DNA加尾，DNA分子每次分裂複製，端粒就縮短一點，一旦端粒消耗殆盡，細胞並不會立即死亡，但如果細胞繼續分裂將會損傷正常的DNA片段，當損傷積累到一定程度後，細胞將死亡。

53. 依據上文所述「太陽能發電的原理與結果」，大雄試想著：「能否反運用太陽能發電原理？即對著原N型與P型矽半導體的組合，給予一外加直流電壓源，迫使電子、電洞對結合，進而釋放光子發光。」經實驗驗證，這是可以的，此即是所謂的發光二極體（Light Emitting Diode, LED）。大雄的如此想法很確實，主要是深受歷代科學家思想傳承的啟發。下列有關各個科學原理的探究與形成，與大雄的發想發光二極體想法不是同一邏輯者為何？（應選2項）

- (A) 厄斯特發現電流磁效應，進而引發法拉第探究電磁感應
- (B) 愛因斯坦由光電效應發現光具粒子性，進而引發德布羅意探究物質波
- (C) 將電動機機構中對外的輸出部分，改成為對機構的輸入部分，這便是發電機
- (D) 將電話機話筒的輸出部分，改成為輸入部分，這便是聽筒
- (E) 白天利用凹面鏡可以將太陽光會聚，夜晚可以將光源置於會聚點，便可散發光柱

54. 圖 29 為發光二極體 (LED) 釋放光子的示意圖。已知該發光二極體發光光子的波長為 660 nm，且只有 10 % 的電子電洞對在結合時會放出一個光子，其餘 90 % 的結合以熱的形式散發能量。

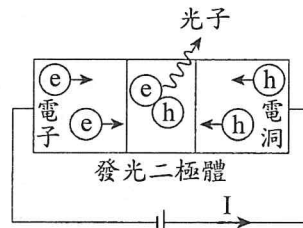


圖 29

- (1) 若此發光二極體的功率為 0.3 W，每秒會發出多少個光子？(普朗克常數 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$) (2 分)
- (2) 承(1)，通過此發光二極體的電流量值為何？(2 分)
55. 下列關於太陽能與半導體的敘述，哪些正確？(應選 3 項)
- (A) 純矽的結構類似石墨，都是平面型的網狀結構
 - (B) P 型半導體中有參雜 IIIA 族的元素，元素符號 Ga 即為其中之一
 - (C) 太陽能電池板可將光能轉換為電能，由於太陽能取之不盡故是一種值得開發的生質能
 - (D) 太陽能電池板是一種半導體工業的產品，但在製造過程中卻會產生一些污染環境的物質
 - (E) 在多晶矽的製程中，三氯矽烷 (SiHCl_3) 會反應成毒性更強的四氯化矽，此兩種物質分子結構都是以 Si 為中心原子
56. 由文中的敘述可推知，在人體中的哪些細胞較容易偵測到細胞內端粒酶的活性？(應選 2 項)
- (A) 成熟紅血球
 - (B) 脊髓神經元
 - (C) 骨骼肌細胞
 - (D) 生殖母細胞
 - (E) 造血幹細胞
57. 根據上文與圖 30，下列敘述哪些正確？(應選 2 項)

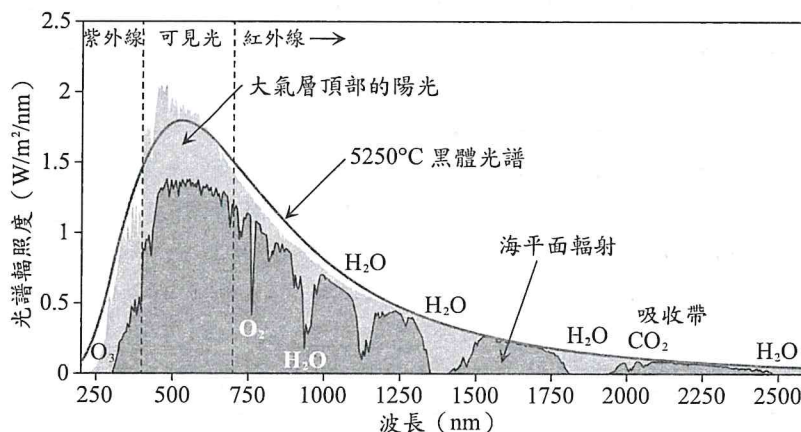
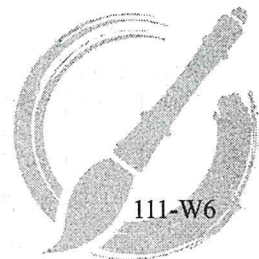


圖 30

- (A) 能產生維生素 D 的太陽光主要在可見光波段
- (B) 能產生維生素 D 的太陽光幾乎不會被大气層吸收
- (C) 中午與清晨比起來，中午會有比較多能產生維生素 D 的陽光到達地表
- (D) 塗抹防晒油可能會導致人體無法接收能產生維生素 D 的太陽光
- (E) 能產生維生素的陽光所在波段需要在地球表面才會出現，太空人無法接收到該波段，因此無法用這種方式合成維生素 D



第壹部分、選擇題

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(C)	(E)	(E)	(C)	(E)	(C)	(A)(C)	(A)(B)(C)	(C)(D)	(A)	(A)(D)(E)	(B)	(C)(E)	(E)	(A)(E)
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
(C)	(D)	(A)(E)	(D)	(A)(B)(D)	(A)	(E)	(C)	(D)	(B)	(B)(D)	(B)(D)(E)	(B)(C)	(A)(D)(E)	(A)(C)
31	32	33	34	35	36									
(A)(B)	(C)	(E)	(E)	(D)	(E)									

第貳部分、混合題或非選擇題

37. (D) 38. 75 mA 39. (C) 40. 1 條；否 (不會) 41. 詳見解析 42. (A) 43. (B)(D) 44. (B) 45. (D)(E) 46. 13 杯 47. 詳見解析 48. (B)(E) 49. (B) 50. 詳見解析 51. (C)(D)(E) 52. 詳見解析 53. (A)(B) 54. (1) 10^{18} 個 (2) 1.6A 55. (B)(D)(E) 56. (D)(E) 57. (C)(D)

第壹部分、選擇題

1. (C) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 科學的態度與方法

【解析】(C) 依 $\bar{K} = \frac{3}{2}kT$

$$k = \frac{2\bar{K}}{3T} \frac{\text{S.I.}}{\text{K}} = \frac{\text{J}}{\text{K}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{K}} = \frac{(\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot \text{m}}{\text{K}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{K} \cdot \text{s}^2}$$

2. (E) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 物體的運動、能量

【解析】(E) (1) 重錘下降所損失的重力位能，轉換為容器內摩擦阻力作負功，能量散逸於水與容器，水與容器溫度上升。

(2) 由 $(U_g)_{\text{損失}} = 2mgh \times N$
 $\Rightarrow (U_g)_{\text{損失}} = (2 \times 10 \times 10 \times 2) \times 42 = 16800 \text{ J}$
 又 $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$ 功轉換為熱， $H = \frac{16800}{4.2} = 4000 \text{ cal}$

(3) 依 $H = mS\Delta t \Rightarrow 4000 = 200 \times \Delta t + 1000 \times 1 \times \Delta t$
 $\Rightarrow \Delta t \approx 3.33^\circ\text{C}$

3. (E) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 物質的組成與交互作用

【解析】(E) 依 $\begin{cases} \text{靜電力 } F_e = k \times \frac{Q \cdot q}{r^2} \\ \text{萬有引力 } F_g = G \times \frac{M \cdot m}{r^2} \end{cases}$ 兩式相除， $\frac{F_e}{F_g} = \frac{k}{G} \times \frac{Qq}{Mm}$

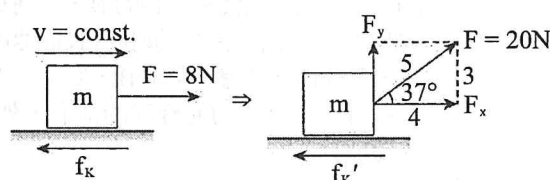
代入數值
 得 $\frac{F_e}{F_g} = \frac{(9 \times 10^9)}{(6.67 \times 10^{-11})} \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(1.7 \times 10^{-27}) \cdot (9.1 \times 10^{-31})}$
 $\approx \frac{1.6}{7} \times 10^{40} \approx 10^{39}$

4. (C) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 物體的運動

【解析】(C) (1) 物體在水平面上等速度運動：

依 $\Sigma F = 0 \begin{cases} f_k = F = 8\text{N} \\ N = W = 20\text{N} \end{cases}$



(2) ① 將拉力 F 分解為二：
 $\begin{cases} F_x = 20 \times \frac{4}{5} = 16\text{N} \\ F_y = 20 \times \frac{3}{5} = 12\text{N} \end{cases}$

又 $f_k \propto N \Rightarrow \frac{20}{8} = \frac{20 - 12}{f_k'} \Rightarrow f_k' = 3.2\text{N}$

② 依 $F = m \cdot a \Rightarrow 16 - 3.2 = 2 \times a \Rightarrow a = 6.4 \text{ m/s}^2$

5. (E) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 物質的組成與交互作用

【解析】(E) 依 $F_g = \frac{GMm}{r^2}$ 重力常數 G， $G = \frac{F_g r^2}{Mm}$

6. (C) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 量子現象

【解析】(C) 依 $\lambda_{\text{max}} \times T = \text{const.} \Rightarrow \frac{T_{\text{太陽}}}{T_{\text{北極星}}} = \frac{(\lambda_{\text{max}})_{\text{北極星}}}{(\lambda_{\text{max}})_{\text{太陽}}} = \frac{3500}{5100} = 0.69$

7. (A)(C) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 電與磁的統一

【解析】(A) 檢流計量測得電流量值太小，代表磁力線變化不夠明顯，故為增加磁力線變化，可「增加線圈匝數」、「更換強力磁鐵」、「降低檢流計所串聯的電阻」。

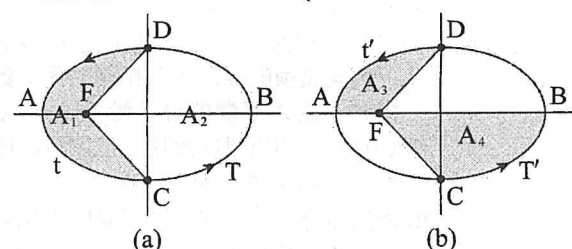
8. (A)(B)(C) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 物體的運動

【解析】(A) (1) 取行星與太陽之連線為掃軸，各自進行掃瞄：

$$\begin{cases} t : D \rightarrow A \rightarrow C \\ T : C \rightarrow B \rightarrow D \end{cases} \begin{cases} \text{對應面積，如下圖(a)} \\ \left\{ \begin{aligned} A_{D-A-C} &= A_1 \\ A_{C-B-D} &= A_2 \end{aligned} \right. \end{cases}$$

依 $\frac{\Delta A}{\Delta t} = \text{const.} \quad \Delta A \propto \Delta t \begin{cases} A_1 < A_2 \\ t < T \end{cases}$



(B) (2) 同(1)，得 $\begin{cases} t : D \rightarrow A \\ T : C \rightarrow B \end{cases} \begin{cases} \text{對應面積，如上圖(b)} \\ \left\{ \begin{aligned} A_{D-A} &= A_3 \\ A_{C-B} &= A_4 \end{aligned} \right. \end{cases}$
 $\Rightarrow \begin{cases} A_3 < A_4 \\ t' < T' \end{cases}$

(C) (3) 依 $\bar{R} = \frac{1}{2}(r_{\text{min}} + r_{\text{max}})$ $\begin{matrix} r_{\text{min}} = \overline{AF} \\ r_{\text{max}} = \overline{FB} \end{matrix} \Rightarrow \bar{R} = \frac{1}{2}(2+6) = 4 \text{ AU}$

(D) (4) 依 $\frac{\bar{R}^3}{T^2} = \text{const.} \quad \frac{\bar{R}_c^3}{T_c^2} = 1 \Rightarrow \frac{4^3}{T_M^2} = 1 \Rightarrow T_M = 8 \text{ 年}$

(E) (5) 依 $\frac{\Delta A}{\Delta t} = \text{const.} \quad \text{圓} : A = \pi r^2 \Rightarrow \frac{\pi \cdot 4^2 \text{ AU}^2}{8 \text{ 年}} = 2\pi \frac{\text{AU}^2}{\text{年}}$

9. (C)(D) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 量子現象

【解析】(A) (1) 本實驗與光的本質驗證無關。

(B) (2) 偵測器上某區域堆積電子粒數多，表該區域出現電子粒的機率多。

(D) (3) 電子干涉實驗的結果，說明微粒子(電子)具波動性；證明微粒子具有波、粒二象性。

(E) (3) 牛頓粒子說是錯誤的。

10-12 題為題組

10. (A) 【難易度】★★★

【出處】化學(全) 生活中的化學

【解析】由表中資料可知每個小番茄含鉀： $\frac{270}{10} = 27.0 \text{ (mg)}$

$\frac{3500}{27} \approx 129.6$ ，即至少需 130 顆。

11. (A)(D)(E) 【難易度】★★☆
 【出處】化學(全) 溶液與常見的化學反應、生活中的化學
 【解析】(A) $\frac{18 \times 1.1}{3.3} = 6$
 (B)纖維與糖都屬於醣類，故都含有氧原子。
 (C)番茄成分中的礦物質以鉀含量最多，維生素 C 不屬於礦物質。
 (D)自由基具有很強的氧化力，很容易將茄紅素氧化，故茄紅素為還原劑。
 (E)維生素 C 遇熱會變質，故較少。

12. (B) 【難易度】☆☆☆
 【出處】化學(全) 生活中的化學
 【解析】糖質是食物熱量的主要來源。

13-14 題為題組

13. (C)(E) 【難易度】★★☆
 【出處】化學(全) 物質的組成、溶液與常見的化學反應
 【解析】(A)偏二甲肼中 CH_3 包含 3 個 C—H 共價鍵，故 1 分子的偏二甲肼中含有 11 個共價鍵。
 (B)(C) N_2O_4 反應成 N_2 ，則 N_2O_4 為氧化劑，故偏二甲肼在反應式(1)中作為還原劑。
 (D)偏二甲肼的路易斯結構中，每個氮原子各有 1 對未鍵結電子對，故滿足八隅體。
 (E)平衡係數後：
 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_{2(g)} + 2\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 3\text{N}_{2(g)} \cdots$ 反應式(1)
 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_{2(g)} + 4\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{N}_{2(g)} \cdots$ 反應式(2)
 反應式(1)生成的氣體較多，故應選擇反應式(1)作為「雙組元推進劑」。

14. (E) 【難易度】★★☆
 【出處】化學(全) 物質間的反應
 【解析】由反應式： $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_{2(l)} + 2\text{N}_2\text{O}_{4(l)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 3\text{N}_{2(g)}$
 每莫耳偏二甲肼反應後可生成：2 + 4 + 3 = 9 莫耳產物氣體
 故欲獲得 18 莫耳產物氣體需 2 莫耳的偏二甲肼
 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ 分子量 = 60
 故需偏二甲肼：60 × 2 = 120 (克)

15. (A)(E) 【難易度】★★☆
 【出處】化學(全) 物質的組成
 【解析】(A)圖 8 中，兩區域的體積相同，依據亞佛加厥定律，同溫同壓下相同體積的氣體，有相同的莫耳數，且因充入的氣體質量相同，故 A 氣體的分子量等於 B 氣體的分子量。
 (B)(C)(D)密度與質量成反比，但因無法確定充入氣體的質量比，故無法決定密度比。
 (E)依據亞佛加厥定律，同溫同壓下相同體積的氣體，有相同的莫耳數，X 氣體的體積較大，故 X 氣體的莫耳數大於乙區域內 Y 氣體的莫耳數。

16. (C) 【難易度】★★☆
 【出處】化學(全) 物質的組成
 【解析】(A) A 點在固相的區域內，故應為固態水(冰)。
 (B) B 點在超臨界流體的區域內，其狀態應屬於超臨界流體。
 (C) D 點在氣相的區域內，故應為氣態水(水蒸氣)。
 (D) (y, 1) 位於沸點曲線上，因壓力為 1 atm，故溫度 y = 100°C
 (E) (x, 1) 位於熔點曲線上，因壓力為 1 atm，故溫度 x = 0°C

17-18 題為題組

17. (D) 【難易度】☆☆☆
 【出處】化學(全) 溶液與常見的化學反應
 【解析】pH = 12 的溶液中 $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$
 1.0 升溶液中含有 NaOH： $1.0 \times 10^{-2} = 0.01$ (mol)
 $0.01 \times 40 = 0.4$ (克)

18. (A)(E) 【難易度】★★☆
 【出處】化學(全) 溶液與常見的化學反應
 【解析】(A)鴨蛋的蛋白受到鹼性的影響，而發生分子間結構的變化，故有蛋白質的變性。
 (B)松花的本質為胺基酸鹽。
 (C)氨溶於水成為弱鹼性的氨水，硫化氫溶於水呈弱酸性。
 (D) CaO 微溶於水形成鹼性的熟石灰水。

19-20 題為題組

19. (D) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 細胞的構造與功能
 【解析】圖中的乙為間期，甲為有絲分裂前期，丙為有絲分裂中期，戊為有絲分裂後期，丁為有絲分裂末期與細胞質分裂，細胞板於植物細胞的細胞質分裂時期形成，故選(D)。

20. (A)(B)(D) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 細胞的構造與功能
 【解析】丙時期為有絲分裂中期，核膜、核仁於前期時已消失，染色質聚縮形成染色體，故選(A)(B)(D)。

21. (A) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 遺傳
 【解析】題圖中，甲基因型為 YyRr，乙基因型可為 YYRR、YYRr、YyRR、YyRr，丙基因型可為 YYrr、Yyrr，丁基因型可為 yyRR、yyRr，戊基因型為 yyrr，故選(A)。

22. (E) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 遺傳
 【解析】RNA 與 DNA 都是透過核苷酸中的五碳糖與鄰近核苷酸的磷酸基形成鍵結，進而成為每一股多核苷酸鏈中的骨架，當使用酵素水解 RNA 後，多數情況下可得四種游離性的核苷酸分子，分別是 AMP、UMP、CMP、GMP，RNA 分子中不會出現帶有胸腺嘧啶(T)的核苷酸，與帶有去氧核糖的核苷酸，故選(E)。

23. (C) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 遺傳
 【解析】(A)真核細胞中不存在限制酶，且限制酶的功能為切割 DNA。
 (B)核糖體的功能為協助轉譯作用的進行，與基因的 DNA 鹼基序列產生變化無關。
 (D) RNA 聚合酶的功能為協助轉錄作用合成 RNA，與基因的 DNA 鹼基序列產生變化無關。
 (E) ATP 合成酶可協助 ADP 與 Pi 聚合形成 ATP，與基因的 DNA 鹼基序列產生變化無關。

24. (D) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 遺傳
 【解析】在摩根的果蠅實驗中發現控制果蠅眼色的基因僅位在 X 染色體上，而 Y 染色體上則無，故選(D)。

25. (B) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 演化
 【解析】林奈接受創造論與物種不變的概念，故其建立的分類系統之中，不同的分類群僅依生物體構造與型態外觀上的相似性進行分類，這與現代的系統分類學採用演化關係，以古生物學、解剖學、胚胎學與分子生物學等各領域的科學證據，建構學者欲研究分類群間的親緣關係不同，故選(B)。

26. (B)(D) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 細胞的構造與功能、遺傳、演化
 【解析】草履蟲為原生動物，故不具有葉綠體，而細胞中僅細胞核與粒線體具有 DNA，故進行基因轉殖後，可將重組 DNA 送入細胞核或粒線體中進行基因表現，故選(B)(D)。

27. (B)(D)(E) 【難易度】★★☆
 【出處】生物(全) 細胞的構造與功能、演化
 【解析】題圖為酵母菌進行出芽生殖的過程，菌物界生物皆為異營生物，以酵母菌而言，氧氣充足時行有呼吸，氧氣缺乏時可行酒精發酵，故選(B)(D)(E)。

28. (B)(C) 【難易度】★★☆
 【出處】地球科學(全) 深邃的海洋(海水運動)
 【解析】颱風由於其風速與氣壓的變化，會造成較大的風浪與湧浪，使波浪的行為更為複雜，但仍與整層海水都在運動的海嘯不同(選項E)，與地形交互作用後可能更容易發生瘋狗浪(選項A)，而湧浪為波長較長的浪，又稱長浪，颱風仍在很遠的地方時，湧浪就會因為其波長較長而速度較快，比颱風更先到岸邊，需要提前預警(選項B、C)，而颱風造成的浪仍會有到了岸邊才因摩擦力而疊高的情形，外海的浪高反而較岸邊小(選項D)。

29. (A)(D)(E) 【難易度】★★☆
 【出處】地球科學(全) 全球氣候變遷(地球的氣候變遷)
 【解析】通常光滑、淺色的地表反照率會較高，因此可判斷(A)(D)(E)為正確答案，(B)(C)則為相反的描述。(E)有浪花的海面會有較多白色的區域，因此反照率較高。

30. (A)(C) 【難易度】★★☆
 【出處】地球科學(全) 天然災害(地震)
 【解析】(A) P 波波速比 S 波快，因此比較早到，時間差由 S 波抵達測站的時間減去 P 波抵達測站的時間計算得出。
 (B)由表格可看出，丁測站的 P-S 波時間差最小，表示離震央最近，又 P 波速度最快，最快到達丁站。

- (C)任意挑選兩站，計算出兩站的距離差及「開始震動的時刻」的時間差，即可算出 P 波波速，進而回推發生時間：
 範例：乙、丙測站距離相差 82 公里，P 波抵達時間相差 16 秒， $\frac{82}{16}$ 約等於 5 公里/s，又丁站是離震央最近的測站，相距 50 公里，P 波需要 $\frac{50}{5} = 10$ s 的傳播時間，因此 8 時 48 分 57 秒減去 10 秒鐘，為 8 時 48 分 47 秒，地震大約此時發生。
- (D)觀測站戊的 P-S 波時間差介於甲、乙測站之間，距離也應該在兩者之間，因此不可能為 170 公里（約為 88 公里）。
- (E)震度不僅受到與震央的距離影響，也會受到地層性質及其他原因影響，無法直接斷定。

31. (A)(B) 【難易度】★★★

【出處】地球科學(全) 固體地球(板塊運動)

【解析】根據全球板塊位置分布圖與震央圖對照，可以發現巴布亞紐幾內亞的地震發生在澳洲板塊與太平洋板塊的邊界，和位於板塊內部的夏威夷群島有著很不相同的形成模式(選項E)，屬於環太平洋地震帶的一部分(選項A)，且根據圖中箭頭的示意，該區域的板塊相對運動應該為聚合型以及部分的錯動，不會是張裂型(選項C)。而此地震規模不小，規模每差 1，能量就相差約 31.6 倍，因此這個地震能量約為 921 地震的 2 點多倍(31.6 的 0.3 次方)(選項D)，震央並未位於海域，引發海嘯的可能性低(選項B)。

32. (C) 【難易度】★★★

【出處】地球科學(全) 宇宙天體(從地球看宇宙)

【解析】(A)地球表面能夠使用的望遠鏡主要是可見光望遠鏡及無線電波望遠鏡，根據文意，空格應該填入光學望遠鏡，可見光較容易被塵埃干擾。

(B)望遠鏡的口徑越大，解析度也越好，因此可以看到越小的解析角。

(C)銀河即為地球上的觀測者往銀河盤面看去的樣子，因此是一樣的物質。

(D)文中沒有證據可顯示地球所在的位置。

(E)雖然無線電望遠鏡比較不會被塵埃干擾，但大氣的擾動所造成的反射折射仍然會使訊號不清晰。

33. (E) 【難易度】★★★

【出處】地球科學(全) 全球氣候變遷(近代的氣候變遷)

【解析】(A)放射性同位素定年法所測得為絕對地質年代。

(B)太陽黑子數量的紀錄比較能反應出太陽活動是否活躍。

(C)海冰融化對海平面高度較無影響。

(D)根據文中所述，此應為單一事件，並非週期性發生的。

(E)均變說的核心概念為：在現代會影響地質現象的作用，在過去也會用同樣的方式影響地質現象，而文章畫線處也是基於同樣的邏輯，推論未來會有類似的事情發生。

34. (E) 【難易度】★★★

【出處】地球科學(全) 天然災害(颱風)

【解析】(A)(B)(E)東北季風與颱風環流結合會導致東北季風寒冷的空氣將暖溼的颱風空氣往上抬升，產生類似鋒面降雨的效果，使降雨量增加。

(C)西北颱風的路徑主要從臺灣北部海域通過，但若要让颱風的氣流與東北季風能夠合流，太北邊的路徑將使合流的位置不會發生在臺灣，因而不造成影響。

(D)雖然共伴效應是東北季風造成，但並不會只影響北部，會與颱風的位置有關。

35. (D) 【難易度】★★★

【出處】地球科學(全) 變動的大氣(大氣的運動)

【解析】科氏力在北半球會使運動中的物體向其運動方向的右手邊偏轉，若為東風則是往北偏，且越高緯度科氏力越大，南半球則是剛好相反，故選(D)。

36. (E) 【難易度】★★★

【出處】地球科學(全) 變動的大氣(水氣變化)

【解析】由於 1 m^3 的 12°C 空氣冷卻至 9°C 後凝結出 1.8 g 水滴，表示其本來的的水氣量比 9°C 多了 1.8 克，因此 12°C 空氣的含水量為 $8.9 + 1.8 = 10.7$ 克
 此數據剛好等於 12°C 空氣的飽和水氣量，因此相對溼度為 100%。

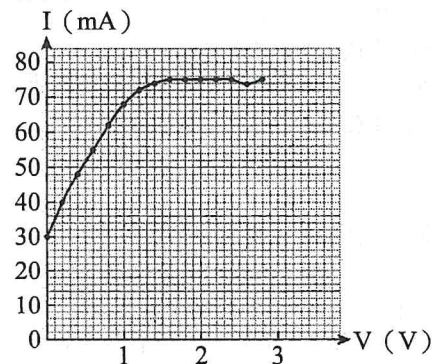
第貳部分、混合題或非選擇題

37-39 題為題組

37. (D) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 探究與實作

【解析】(D) ①依題表給予的電壓、電流數據繪製如下圖所示之關係圖。



②由繪得圖形可知，當電壓增加時，電流也會增加，直到電壓增加到約 1.6V 後，電流就保持為一定值(約 75 mA)。

38. 75 mA 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 探究與實作

【解析】當電壓增加至 3.0V，超過臨界電壓值(約 1.6V)，故電流值仍為 75 mA。

39. (C) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 探究與實作

【解析】(C) 當電池反接時，光電子受正極極板吸引，運動速率會變慢，致每單位時間抵達負極極板的電量變小，因而電流變小，但電流方向不變。

40-43 題為題組

40. 1 條；否(不會)。 【難易度】★★★

【出處】生物(全) 細胞的構造與功能、遺傳

	親代 → F1 → F2 → F3
離心結果	(b) → (d) → (g) → (h)

【難易度】★★★

【出處】生物(全) 遺傳

42. (A) 【難易度】★★★

【出處】生物(全) 遺傳

【解析】題圖中，甲為含氮鹼基，乙為去氧核糖，丙為磷酸基，故選(A)。

43. (B)(D) 【難易度】★★★

【出處】生物(全) 遺傳

【解析】轉錄作用形成 RNA 時需要 RNA 聚合酶協助，轉譯作用產生蛋白質時需要核糖體協助，故選(B)(D)。

44-47 題為題組

44. (B) 【難易度】★★★

【出處】化學(全) 溶液與常見的化學反應、生活中的化學

【解析】(A)天門冬醯胺的熔點高達 234°C ，故在室溫下為固體。

(B)洋芋片中丙烯醯胺濃度為： $\frac{115 \times 10^{-6}}{100} \times 10^6 = 1.15 \text{ ppm}$

(C)天門冬醯胺與醯類發生梅納反應生成丙烯醯胺，反應前後物質不同，故應為化學反應。

(D)天門冬醯胺為非必需胺基酸，即人體可自行製造。

(E)丙烯醯胺溶解度很大， 25°C 時， 2.04 kg/L 水，故達平衡時已完全溶於水中。

45. (D)(E) 【難易度】★★★

【出處】化學(全) 探究與實作

【解析】(A)每克羅布斯塔生豆中含天門冬醯胺約 0.62 mg，醯類約 45 mg，故醯類含量較多。

(B)由圖 22 與圖 23 可知，丙烯醯胺並未完全存在於咖啡液中。

(C)手沖咖啡因耗時較久，故丙烯醯胺的含量高於義式咖啡。

(D)由圖 25 可知，丙烯醯胺存在的高峰期約在第 5 分鐘，再增加烘焙的時間，可減少熟豆中丙烯醯胺的含量。

46. 13 杯 【難易度】★★★

【出處】化學(全) 溶液與常見的化學反應、探究與實作

【解析】咖啡愛好者每天丙烯醯胺最大攝取量為 $50 \times 2.6 = 130 \mu\text{g}$

圖 24 資料顯示，每杯手沖咖啡丙烯醯胺含量為 $10 \mu\text{g}$

$\frac{130}{10} = 13$ 杯

47. 關鍵物質	判斷理由
天門冬醯胺	羅布斯塔生豆中蔗糖含量較少，但天門冬醯胺含量較多，故影響梅納反應生成丙烯醯胺的關鍵物質為天門冬醯胺。

【難易度】★★☆

【出處】化學(全) 探究與實作

【解析】羅布斯塔生豆中蔗糖含量較少，但天門冬醯胺含量較多，烘焙後的熟豆以羅布斯塔含丙烯醯胺較多，故影響梅納反應生成丙烯醯胺的關鍵物質為天門冬醯胺。

48-50 題為題組

48. (B)(E) 【難易度】★★☆

【出處】地球科學(全) 地球的歷史(探索地球的歷史)

【解析】根據文中敘述，滑石應為礦物而非岩石(選項A)，多產生於沉積岩中，石膏亦屬於沉積環境，較不會在火成環境中產生(選項B)。而石膏、龍骨、生物的殼體皆富含碳酸鈣，因此無法從敘述中排除「是鈣的成分導致藥性失效」的可能性(選項C)。而哺乳類化石出現在新生代，不會有中生代的菊石，且臺灣的地層年齡有機會找到(選項D、E)。

49. (B) 【難易度】★★☆

【出處】地球科學(全) 地球的歷史(地球的起源與演變)

【解析】(A)從題目敘述「其主要的成分與火星紅色地表的成分相似」可以推理出赭石主要成分為氧化鐵。
(B)(C)(E)氧化鐵的形成需要有鐵以及氧的成分，但地球從形成初期就有鐵的成分，需要等到氧氣出現才能形成氧化鐵，因此其形成的限制條件和氧氣比較有關係。
(D)地球早期產生氧氣，除少量為水氣分解而成外，大多是由水中的藍綠菌開始產生，因此水域也可能形成富含氧化鐵成分的岩層。

50. 岩石	大理岩、石灰岩……
礦物	方解石、霏石、白堊……

【難易度】★★☆

【出處】地球科學(全) 固體地球(固體地球的結構)

【解析】動物骨骼化石與牡蠣外殼主要成分為碳酸鈣。礦物是自然形成的純物質或化合物，化學成分組成變化不大，有結晶結構。岩石是一或多種礦物的聚合體，化學成分不定，通常無結晶結構。

51-52 題為題組

51. (C)(D)(E) 【難易度】★★☆

【出處】地球科學(全) 全球氣候變遷(近代的氣候變化)

【解析】(A)圖 26 縱軸為氣溫距平，亦即與平均值的差距，因此 1920 年的溫度應該解讀為：比平均值低 0.6 度左右。
(B)臺灣 1960~1970 年左右的氣溫接近氣候平均值(23.6 度)，但這是全年平均值，因此夏季的溫度還是有可能高於此數值。
(D)由圖 27 可推知，無論是短期或長期平均，北部的增溫都比南部多。
(E)可從趨勢線看出臺灣的氣溫在上升，而且 30 年、50 年平均的趨勢線斜率比 100 年平均的趨勢線斜率還要大，表示溫度上升速度變快。

52. 造成水、旱災等極端氣候事件增多，使農作物總產量下降，並使供給的不穩定性與調控的困難度增加。

(或)溫度變化可能導致某些農作物不利生存或產量不穩。

(或)高溫容易使病蟲害增加，使產量不穩。

【難易度】★★☆

【出處】地球科學(全) 永續發展(地球的資源)

53-57 題為題組

53. (A)(B) 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 能量、量子現象

【解析】(A)× 依據大雄的想法，在不改變「機構」的原則下，將原輸入源更改為輸出源，而原輸出源則更改為輸入源。
(B)×

54. (1)10¹⁸個 (2)1.6A 【難易度】★★★

【出處】物理(全) 能量、量子現象

【解析】(1)計算一個光子的能量：

$$\text{依 } E = \frac{hc}{\lambda} \quad E = \frac{(6.6 \times 10^{-34}) \cdot (3 \times 10^8)}{660 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{又 } P = \frac{U}{t} \quad 0.3 = \frac{N \cdot (3 \times 10^{-19})}{1} \Rightarrow N = 10^{18} \text{ 個(光子)}$$

(2)設每秒需 x 對的電子電洞對結合，即 $x \times 10\% = 10^{18}$

$$\Rightarrow x = 10^{19} \text{ 對}$$

$$\text{依 } I = \frac{Q}{t} \text{ 形成電流, } I = \frac{(1.6 \times 10^{-19}) \cdot 10^{19}}{1} = 1.6 \text{ A}$$

55. (B)(D)(E) 【難易度】★★☆

【出處】化學(全) 物質的組成、生活中的化學

【解析】(A)純矽是三維的網狀結構。

(B) IIIA 族中包含鎵(Ga)元素。

(C)太陽能不屬於生質能。

(D)半導體工業除了產生有毒的三氯矽烷與四氯化矽外，也會產生導致酸雨的氣體與溫室氣體。

56. (D)(E) 【難易度】★★★

【出處】生物(全) 細胞的構造與功能

【解析】成熟紅血球、脊髓神經元、骨骼肌細胞都已分化成熟且不具有細胞分裂的能力，故不須端粒酶之作用，無法測得端粒酶活性，故選(D)(E)。

57. (C)(D) 【難易度】★★☆

【出處】地球科學(全) 宇宙天體(從地球看宇宙)

【解析】(A)根據文中所提供的波段並查詢圖 30，可以知道可以產生維生素 D 的太陽光波段落在紫外光，且為 UVB 的波段。

(B)臭氧層會吸收大多數的 UVB 波段。

(C)中午由於通過大氣層的路徑較短，為直射，因此有較多量的太陽光可以到達地表。

(D)塗抹具有抗 UVB 效果的防晒油將會阻礙皮膚吸收該波段陽光而無法製造維生素 D。

(E)太空中沒有大氣層吸收，應有更多該波段的陽光。