



# 超越巔峯

歷屆學科能力測驗試題の精粹

## 108學年度學科能力測驗自然考科試題分析 / 1

建國中學  
 柳順儒 老師  
 曹淇峰 老師  
 蔡敏麗 老師  
 葉昭松 老師

1

108學年度學科能力測驗 / 11 解題老師 | 建國中學 柳順儒 曹淇峰  
 蔡敏麗 葉昭松

2

107學年度學科能力測驗 / 28 解題老師 | 建國中學 柳順儒 曹淇峰  
 蔡敏麗 葉昭松

3

106學年度學科能力測驗 / 45 解題老師 | 建國中學 高君陶 曹淇峰  
 蔡敏麗 葉昭松

4

105學年度學科能力測驗 / 60 解題老師 | 建國中學 高君陶 曹淇峰  
 蔡敏麗 葉昭松

5

104學年度學科能力測驗 / 74 解題老師 | 建國中學 李泗賓 曹淇峰  
 蔡敏麗 葉昭松

6

103學年度學科能力測驗 / 89 解題老師 | 北一女中 簡麗賢  
 建國中學 曹淇峰 林聰慧  
 曾世彬

7

102學年度學科能力測驗 / 105 解題老師 | 北一女中 簡麗賢  
 建國中學 曹淇峰 林聰慧  
 曾世彬

8

101學年度學科能力測驗 / 121 解題老師 | 建國中學 李泗賓 曹淇峰  
 魏宏仁 曾世彬

## 108 學年度學科能力測驗自然考科——物理試題分析

建國中學 物理科教師／柳順儒

## 壹、前言

108 新課綱預計 108 學年 8 月上路，配合新課綱的大考新制度會在 111 學年才正式推動，因此 108 至 110 學年的大考命題仍遵循現行的 99 課綱，不會有大幅度的變動。然而今年的學測考題，「跨領域整合」和「素養導向」的題型明顯增加，命題趨勢對準十二年國教課綱，對於新課綱上路，應該會產生正面的影響，以及改變高中學生陷入無止境「精熟學習」的現況。

今年申請入學管道首度改為五選四，自然考科與社會考科恰好成為自然組學生與社會組學生應考的比較指標。第二天的學測自然考科試題，大多數的學生認為「出題比社會考科佛心」，跨科整合題型相對於社會科來得少，「沒有像社會考科惡整考生」。物理試題計算稍多，化學試題雖偏向計算題和圖表，地科試題難易適中，生物試題甚至考到選修生物的課程，對第三類組的學生而言相對有利。跨科試題則以「科學發展史」，測驗物理科及生物科知識，也結合物理科及地科考「颱風」特性，甚至是物理與化學反應速率「奈米表面效應」的影響。

關於物理的部分，這次考了電磁感應示範實驗、強弱作用力、聲波的頻率與波長、行星與人造衛星、能量轉換與再生能源等。著重學科基本概念，考題貼近生活情境，例如第 5 題「防靜電工作服」、題組 54-56 題「再生能源與水力發電」等。另也考驗考生的閱讀理解和科學推理能力，如題組 52-53 題「太陽能電池吸收日光的效率」，考生讀完短文後，需擷取訊息進行作答，能有效評量學生是否將學過的原理、方法及概念加以活用。

## 貳、試題分布與難易度

最近四年的自然科學測物理試題章節分配如下表所示：

105 ~ 108 學年度學測物理科試題章節分配表

|                 |            | 105 學年度 *    |              | 106 學年度 *       |                 | 107 學年度         |              | 108 學年度      |              |
|-----------------|------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|                 |            | 第壹部分<br>(題號) | 第貳部分<br>(題號) | 第壹部分<br>(題號)    | 第貳部分<br>(題號)    | 第壹部分<br>(題號)    | 第貳部分<br>(題號) | 第壹部分<br>(題號) | 第貳部分<br>(題號) |
| 基礎<br>物理<br>(一) | 緒論與物質的組成   |              |              | 32.             |                 |                 |              | 35.、39.      | 53.、55.      |
|                 | 物體的運動      | 3.、30.       |              |                 | 55.、56.、<br>57. | 16.             | 60.          | 37.、51.      |              |
|                 | 物質間的基本交互作用 | 2.           |              | 28.             |                 | 15.、(39.)       |              | 5.、22.       |              |
|                 | 電與磁的統一     | 4.、31.       |              | 29.             |                 | 17.、29.、<br>30. |              | 6.           |              |
|                 | 波          | 6.           |              | 14.、15.         |                 | 14.、28.、<br>31. |              | 4.、23.       |              |
|                 | 能量         | 37.、(30.)    |              | 16.、17.、<br>39. |                 | 39.             | 58.          | 21.          | 52.、56.      |
|                 | 量子現象       | 5.、(37.)     |              | 30.             |                 | 18.、(31.)       |              | 7.、8.        |              |
|                 | 宇宙學簡介      | 29.          |              | 31.             |                 |                 | 57.、59.      |              |              |
|                 | 示範實驗       | 1.           |              |                 |                 |                 |              | (6.)         |              |

|                      |              | 105 學年度      |                             | 106 學年度         |              | 107 學年度      |              | 108 學年度      |              |
|----------------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                      |              | 第壹部分<br>(題號) | 第貳部分<br>(題號)                | 第壹部分<br>(題號)    | 第貳部分<br>(題號) | 第壹部分<br>(題號) | 第貳部分<br>(題號) | 第壹部分<br>(題號) | 第貳部分<br>(題號) |
| 基礎<br>物理<br>(二)<br>A | 運動學          |              | 46.                         |                 | 60.、61.      |              |              |              |              |
|                      | 牛頓運動定律       |              | 41.、(46.)                   |                 |              |              | 55.、56.      |              | 50.          |
|                      | 動量與牛頓運動定律的應用 |              | (41.)、<br>42                |                 | 58.、(55.)    |              |              |              |              |
|                      | 萬有引力         |              | 47.                         |                 |              |              | (60.)        |              | (51.)        |
|                      | 功與能量         |              | (42.)、<br>(43.)、<br>44.、45. | (16.)、<br>(17.) |              |              |              |              | 54           |
|                      | 碰撞           |              | (42.)、<br>43.               |                 | 59.          |              | 61.          |              |              |

\* 附註：105、106 學年度數據取自建國中學高君陶老師：106 學測自然考科試題分析，晟景出版社。

今年物理試題多數題目難度不高，然第50題考「受力分析」、第51題考「克卜勒第三定律與萬有引力」、第55題測驗「滿水位時的面積估算」，都是中偏難。第56題測驗「水力發電的功率」，是這次試卷難度最高的題目。整體而言，物理科較去年容易作答，具鑑別度。考題均符合 99 課綱，約有一半的情境式題目，例如：第5題的「機能衣」、第8題的「家電原理」、第50題的「潛艇受力」、第54至56題的「水庫發電」。綜合題均融合物理科的內容，其中第4.、37題為跨地科的素養命題。

## 參、試題分析

(一)第21題：在高三選修物理(上)的第一章熱學，氣體動力論的課程內有導證「理想氣體的平均動能與總動能」，本題最快速的回答方式依然是直接由公式判斷最為方便，故同學不妨記住公式：

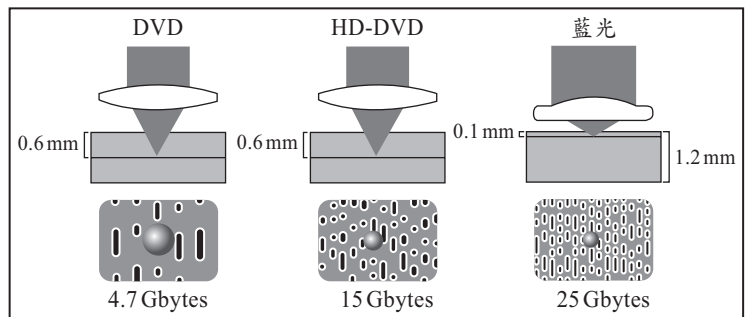
$$\textcircled{1} \text{理想氣體平均動能 } \bar{E}_k = \frac{3}{2}kT \quad \textcircled{2} \text{理想氣體總動能 } E_{k\text{total}} = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT$$

(二)第22題：四大基本力的強度及作用範圍如下表所示，同學熟記便能選出正確答案。

| 名稱  | 作用力的簡述                           | 相對強度(以強力為準)     | 作用的範圍(公尺)       |
|-----|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| 強力  | 存在「質子與質子間」、「質子與中子間」、「中子與中子間」的吸引力 | 1(最強)           | $10^{-15}$      |
| 電磁力 | 電磁力使電子束縛在原子內                     | $\frac{1}{137}$ | 無限大             |
| 弱力  | 弱力讓中子衰變成質子、電子與反電子微中子             | $10^{-13}$      | $10^{-18}$ (最小) |
| 重力  | 任何兩個具有質量的物體，都會互相吸引的「萬有引力」        | $10^{-39}$ (最弱) | 無限大             |

(三)第52-53題組：這項研究發表於2014年11月的《自然·通訊》(Nature Communications)上，藍光光碟以提供高存儲容量和高品質影音著稱。美國西北大學材料科學與工程系黃嘉興副教授的研究團隊發現，只用藍光光碟看片實在太屈才了。他們將成龍的《警察故事III：超級警察》藍光光碟上存儲數據的圖案，印在了太陽能電池片上，結果電池片能夠吸收更多的光，轉換效率(光能轉化為電能)一下提高了22%。提高光吸收率的祕密就藏在藍光光碟的信息代碼中——藍光光碟和普通DVD光碟的原理相似，燒錄時會在光碟上蝕刻長短不同的訊坑，代表二進位的「0」和「1」。

在讀取數據時，雷射照射到不同的訊坑上反射不同的雷射，光監測器由此讀取數據。藍光光碟上的這些小坑要比普通 DVD 密集得多，代表「0」和「1」的訊坑長度分別為 150 nm 和 525 nm，這種尺寸的奈米結構「恰好非常適合」用來捕獲整個太陽光譜的光。太陽能電池中，負責捕捉光子的是激活層。激活層的奈米機構會影響吸收光的能力。研究人員先剝離藍光光碟上層的塑料層，用有機矽材料覆蓋在光碟上「刻」印章，然後將印章壓在事先準備好的 PTB7：PC71BM 激活層上（PTB7：PC71BM 是有機電池中常用的激活層材料）。利用這種方法，研究人員將太陽能電池片的轉換效率提升了將近 22%。



## 肆、結語

近年來學測自然考科十分活潑，經常與時事結合且圖表題多，過去教育部推動的許多教育改革，包括各種課程變革或教學活化，常勾勒出讓人嚮往的理想藍圖，實務上卻受限於升學考試的緊箍咒。諸多變革都成為短暫煙花，難見長期成效且花招頻繁，使得老師、學生與家長看得眼花撩亂，無所適從！既然大家都習慣考試領導教學，那就讓考題來引導教學現場。近幾年學測與指考等大考題型的轉變，讓大家漸漸看到「素養導向」試題的大致樣貌，除了更重視「閱讀理解」而非強記死背外，更「貼近生活」且「跨科整合」，學生也須「將知識技能靈活運用在解決各種問題」上，甚至有些補教業者已先掌握了趨勢，打著「素養導向」教學的名號在招攬學生。建議學生未來準備學測自然科，更需要多元、廣泛的閱讀，且讀完還要思考多層次問題、增加生活經驗，才能在新型態考題中拿高分！

### 高分關鍵字

多元、廣泛的閱讀，思考多層次的問題且結合生活經驗，以突破新型態的考題。

## 108 學年度學科能力測驗自然考科——化學試題分析

建國中學 化學科教師／曹淇峰

### 壹、前言

學測自然考科化學的部分占四分之一，共 17 題，第壹部分占 10 題，第貳部分占 7 題。第壹部分的命題範圍是高一基礎化學（一），第貳部分是高二上學期的基礎化學（二）。在計分方面，第貳部分共有 56 分的題目，只要答對 48 分即滿分。以每一題都是 2 分計算，第貳部分答錯四題仍可得到滿分，要錯到第五題才扣分，這是自然考科特別的計分方式。高二試題可以容錯四題，因此準備學測時，高一的教材就比高二更重要。

將今年試題和近年試題（105、106、107 學測）比較分析後，發現近幾年難易度差異不大，且今年比去年簡單，整體題目難易適中，簡單和困難的試題都變少。題型方面，17 題中有 6 題圖表題，4 題實驗題，顯見從圖表判讀資料與操作實驗仍相當重要。今年沒有令人耳目一新的創新題，也表示試題緊扣課綱的重要概念，所以平日有認真上課或用功練習的同學，可以得到高分。配分方面，章節配分比例明顯不均，傳統出題機率大的高一第三章「化學反應」與高二第三章「有機化合物」仍是考試重點，而高二第四章「化學與化工」則是往年冷門的單元。今年沒有時事題，可能是試題多選自大考中心建立的題庫，試題從預試、修改到進題庫需要一段時間，所以太新的時事題出現機率不高。以下是針對今年學測自然考科的化學試題做進一步的評析與探討。



## 貳、試題分析

## 一、題型配分與章節配分

題型配分部分，第壹部分 10 題，包括單選題 4 題、多選題 6 題，綜合題首度沒有化學科，高二的第 41、42 題是新型態的跨領域試題，結合化學與生物的「氧化還原」相關概念，或許此類試題將是未來的主流。第貳部分 7 題，包括單選題 4 題和多選題 3 題，整體而言，比重與去年試題相同，沒有變化。

章節配分極不平均，高一第三章「化學反應」、高二第三章「有機化合物」，這兩個單元比例特別重，高一「實驗」、高二第一章「常見的化學反應」其次，而高二第四章「化學與化工」完全沒有命題，是近幾年來比較少見的現象。

化學是重視實驗的科學，從近幾年的配分來看，實驗單元一直都受到重視，每年都有 3 題以上，配分頗重。考生們平日在操作化學實驗時，需多注意實驗的細節，包括實驗原理、操作技能、資料數據處理、實驗安全、廢棄物回收等，均需特別留意。

108 學年度學測化學科試題章節與題型分配表

| 課程標準主題        |                            | 題 號        |            |             | 108 學測<br>題數比例 | 107 學測<br>題數比例 | 106 學測<br>題數比例 | 105 學測<br>題數比例 |
|---------------|----------------------------|------------|------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               |                            | 單選題        | 多選題        | 綜合題         |                |                |                |                |
| 基礎化學<br>(一)   | 第一章<br>物質的組成               |            | 33.        |             | 1<br>(5.9%)    | 0              | 1<br>(5.9%)    | 1<br>(5.9%)    |
|               | 第二章<br>原子的結構<br>與元素週期<br>表 | 15.        |            |             | 1<br>(5.9%)    | 2<br>(11.8%)   | 2<br>(11.8%)   | 2<br>(11.8%)   |
|               | 第三章<br>化學反應                | 14.、16.    | 32.、34.    |             | 4<br>(23.5%)   | 5<br>(29.4%)   | 4<br>(23.5%)   | 3<br>(17.6%)   |
|               | 第四章<br>化學與能源               |            | 29.、31.    |             | 2<br>(11.8%)   | 1<br>(5.9%)    | 2<br>(11.8%)   | 0              |
|               | 實 驗                        | 13.        | 30.        |             | 2<br>(11.8%)   | 3<br>(17.6%)   | 1<br>(5.9%)    | 1<br>(5.9%)    |
| 基礎化學<br>(二)   | 第一章<br>常見的化學<br>反應         | 63.        |            | 41.         | 2<br>(11.8%)   | 1<br>(5.9%)    | 2<br>(11.8%)   | 3<br>(17.6%)   |
|               | 第二章<br>物質的結構<br>與特性        | 64.        |            |             | 1<br>(5.9%)    | 0              | 1<br>(5.9%)    | 2<br>(11.8%)   |
|               | 第三章<br>有機化合物               | 65.、66.    | 67.        |             | 3<br>(17.6%)   | 4<br>(23.5%)   | 2<br>(11.8%)   | 2<br>(11.8%)   |
|               | 第四章<br>化學與化工               |            |            |             | 0              | 1<br>(5.9%)    | 0              | 1<br>(5.9%)    |
|               | 實 驗                        |            | 68.        |             | 1<br>(5.9%)    | 0              | 2<br>(11.8%)   | 2<br>(11.8%)   |
| 題數總計<br>(配分比) |                            | 8<br>(47%) | 8<br>(47%) | 1<br>(5.9%) | 17<br>(100%)   | 17<br>(100%)   | 17<br>(100%)   | 17<br>(100%)   |

## 二、難易度分析

根據筆者教學經驗推測，屬於簡單的試題有第13、14、15等3題，難易度中等的有第16、29、31、32、41、63、64、65、66、67、68等11題，第30、33、34題等3題是難度較高的題目。與去年相較，很簡單和很難的題數減少，多數是中等難度題目。整體而言，今年難度與以往相近，但因去年自然科化學部分難度稍高，所以會覺得今年變簡單。

計算的部分，105年的計算題有3題，106年的計算題有6題，107年的計算題有2題，今年可以歸類在計算題只有第16、33、34這3題，略低於往年的比例。近幾年的計算題大都是簡單的計算，幾乎不用動筆就可以算出來，計算能力高低對學測化學科方面的得分率影響不大。以化學科而言，今年是一份難易適中、計算不多、對鑑別中分群考生較有利的試題。

## 三、試題特色與討論

- (一)綜合題類型改變：在第壹部分試題後面，每年都有一大題跨科的綜合題，以彰顯自然科這四個領域彼此是緊密相關的，例如102年以「水」為主題，103年以「氮循環」為主題，104年以「海洋」為主題，105年以「光」為主題，106年以「全球暖化」為主題，107年則是「核能」的議題。今年綜合題的設計與往年不同，不但題數變多，科目的組合也變多。如第35-36題主題是「科學史」，考物理和生物科學家的重要貢獻。第37-38題主題是「颱風風速」，整合物理的運動速率與地科等壓線圖的判讀。第39-40題主題是「奈米科技的表面效應」，整合物理的奈米粒子之表面原子數比與地科雲滴顆粒的比表面積概念。另外，綜合題首度出現在第貳部分，第41-42題主題是「氮循環」，整合化學的氧化還原與生物的氮循環轉換過程。
- (二)今年化學試題較無特色，屬於傳統考題，比較令人注目的是第30題，主題是「濾紙層析」，題目的五個選項非常詳細的考了濾紙層析的基本原理，只要親自操作過此實驗的學生，不管當初分離的是不是色素，應該都可以輕鬆回答。
- (三)除了上述第30題歸類在實驗題外，今年的實驗題還包含第13、33、68三題。第13題考「正確選擇萃取用的實驗器材」，確認學生是否了解常見化學實驗器具的用途。第33題考「溶解度的計算與圖表資料的判讀」，平常做完實驗須習慣將化學實驗結果做成圖表，這是一種重要的實驗技能。第68題考「界面活性劑」，與目前課綱的實驗設計一模一樣。整體而言，化學實驗的配分頗重，平常須對化學實驗單元好好準備，並且詳細研究如何分析與呈現化學實驗的結果。目前學測範圍的化學實驗只剩下「中和熱的計算」尚未命題，由於此實驗難度頗高，應特別注意，加強準備。
- (四)近幾年計算題比重增加，今年又略微降低，計算題主要還是從化學計量與實驗來命題，尤其是原始實驗數據之分析與作圖，更是檢測的重要能力之一。

## 參、結語

比較近幾年的學測題，提供考生建議如下：

- (一)元素名稱應熟記：週期表1~20號原子的電子排列、原子序與質子數概念，如何形成陰、陽離子，如何形成各種化學鍵結等概念，是化學的重要基礎，一定要弄懂。
- (二)實驗流程看仔細：今年的學測的「濾紙層析」、「界面活性劑」都是很好的例題，每個實驗步驟都有其特別的用意，需仔細比較，最好親自操作過。如果有數據處理，自己也作圖看看，這樣印象會更深刻。
- (三)重要概念一直考：高一第三章「化學反應」、高二第三章「有機化合物」兩章的配分加起來就快要占一半了，常考的重點就是化學計量、原子使用效率（原子經濟）、有機物的官能基判斷、溶液中的離子濃度或反應熱計算、沉澱規則、酸鹼反應、氧化還原反應。

(四)尚未考過的概念要留意：為了避免考生忽略某些單元，考題會盡量各章至少保留一題，所以尚未考過的單元也要特別注意。而尚未考過的實驗單元，如中和熱測量及其數據分析，今年未出題的章節，如高二第四章「化學與化工」，明年出題機率高。

除了上述四點，平日多觀察化學在生活中的應用，今年試題如竹筒炮、桶裝瓦斯、界面活性劑及咖啡因的萃取都算是生活情境題。另外，為了配合 108 課綱「探究與實作」的跨科教學，今年跨科單元的試題增加，物理與地科、化學與生物都很容易找到彼此相關的題材，是綜合題的新趨勢，也值得大家留意。

### 高分關鍵字

濾紙層析、溶解度的計算、有機物的官能基判斷、沉澱規則、酸鹼反應、氧化還原反應、化學計量。

## 108 學年度學科能力測驗自然考科——生物試題分析

建國中學 生物科教師／蔡敏麗

因應 108 學年度學測選考科目減少與大學端選才的變革，也因史上最大變革且紛擾已久的 108 課綱終於要上路了，今年的學測題型果真與以往不同。雖然試題的難度沒有再增加，屬於中等偏易，但鑑別度卻更加提高，原因分析如下：

- (一)今年題目設計與舊的考綱原則脫鉤，如基礎生物第 4～6 章的比重增加，第貳部分的考題也偏重學科知識且有 2 題涉及高三選修生物的知識。
- (二)根據以往經驗，新舊課綱交替之際，新考綱的題型會提前出現，今年果真提早出現 108 新課綱的素養導向題型，18 題生物考題中，基本題與素養導向題型各占一半。基本題是考學科知識，素養導向題型著重於考核考生的生活經驗應用，是否對科學文章能閱讀理解，是否能對實驗數據做出正確的判讀，畫出正確的圖型或提出符合邏輯的推導，以及是否能跨學科應用所學的知識……等。而這些都是現行教育環境下的學生所欠缺的能力，所以題目雖然不難，但鑑別度卻大大提高。

按照今年的命題趨勢，可大膽推測舊課綱的最後 2 年學測（109 及 110 年）應會遵循 111 學測考綱原則，試題應會包括「基本題」與「素養導向」的兩大題型，基礎生物 6 個章節的出題比重會相似。所以，想要在明年學測生物部分得高分的學子，基礎生物（一）1～6 章都需要下功夫準備，高三選修生物也要認真學習，更要多練習素養導向的題型。

先就每一題所屬章節，涉及生物概念，難易度、題型（根據 111 考綱）及配分作以下分析：

| 範圍   | 章            | 節   | 題號   | 涉及生物概念                    | 難易度 | 題型           | 配分    |
|------|--------------|-----|------|---------------------------|-----|--------------|-------|
| 第壹部分 | 第一章<br>生命的特性 | 1-2 | 9.   | 原核細胞與真核細胞的比較              | 易   | 基本題          | 8.8 分 |
|      |              |     | 11.* | 原核細胞與真核細胞的比較（0.8 分）       | 中   | 基本題          |       |
|      |              |     | 36.* | 細胞學說：雷文霍克、虎克與許旺的貢獻（1.2 分） | 易   | 基本題          |       |
|      |              | 1-3 | 24.  | 碳水化合物、脂質、胺基酸              | 中   | 情境題          |       |
|      |              |     | 66.  | 有機物質的組成元素                 | 易   | 跨學科<br>（情境題） |       |
|      |              | 1-4 | 11.* | 光反應、光合色素（0.8 分）           | 中   | 基本題          |       |

| 範圍   | 章               | 節   | 題號        | 涉及生物概念                          | 難易度           | 題型             | 配分    |
|------|-----------------|-----|-----------|---------------------------------|---------------|----------------|-------|
| 第壹部分 | 第二章<br>植物的構造與功能 | 2-1 | 25.       | 單子葉植物根的橫切面、構造與功能                | 易             | 基本題            | 7 分   |
|      |                 | 2-2 | 12.       | 種子萌芽過程上胚軸、下胚軸與子葉的重量變化           | 難             | 整合能力<br>(邏輯推論) |       |
|      |                 |     | 59.*      | 胚乳染色體套數為 3N (1 分)               | 難             | 整合能力<br>(邏輯推論) |       |
|      |                 | 2-3 | 27.       | 生長素與向光性的實驗                      | 難             | 科學探究與實作        |       |
|      | 第三章<br>動物的構造與功能 | 3-1 | 10.       | 比較動脈、微血管與靜脈的壓力、流速與總截面積的關係       | 中             | 整合能力<br>(圖表判讀) | 6 分   |
|      |                 | 3-3 | 26.       | 腎元的構造與尿液形成                      | 中             | 基本題            |       |
| 3-5  |                 | 28. | 神經元的構造、動器 | 中                               | 跨學科<br>(閱讀理解) |                |       |
| 第貳部分 | 第四章<br>遺傳       | 4-1 | 59.*      | 洋蔥根尖細胞分裂過程 DNA 量與染色體套數的變化 (1 分) | 難             | 整合能力<br>(邏輯推論) | 5.4 分 |
|      |                 | 4-2 | 36.*      | 孟德爾的貢獻 (0.4 分)                  | 易             | 基本題            |       |
|      |                 |     | 57.       | 單基因遺傳、顯性遺傳、中間型遺傳                | 易             | 整合能力<br>(圖表判讀) |       |
|      |                 | 4-3 | 58.       | DNA 的含氮鹼基配對原則                   | 易             | 基本題            |       |
|      | 第五章<br>演化與生物多樣性 | 5-1 | 36.*      | 達爾文的貢獻 (0.4 分)                  | 易             | 基本題            | 2.8 分 |
|      |                 | 5-2 | 11.*      | 三域說 (0.4 分)                     | 中             | 基本題            |       |
|      |                 |     | 60.       | 三域的親緣關係樹                        | 易             | 基本題            |       |
|      | 第六章<br>生物與環境    | 6-1 | 61.       | 生物間的交互作用                        | 中             | 基本題            | 6 分   |
|      |                 | 6-2 | 42.       | 氮循環                             | 中             | 基本題            |       |
|      |                 | 6-3 | 62.       | 海洋生態系                           | 中             | 基本題            |       |

註：\* 代表選項為跨章節題目，（）內的數字代表配分。

## 壹、試題特色分析

(一) 試題已偏向 108 課綱的素養導向命題。

(1) 第壹部分考題：共 21.8 分 (60%)，包括基本題有 5 題，情境題 2 題，整合能力題有 3 題，跨學科有 1 題，科學探究與實作題有 1 題。

(2) 第貳部分考題：共 14.2 分 (40%)，包括基本題有 5 題，整合能力 2 題。

(二) 模糊 99 考綱中有關第壹部分與第貳部分試題的含括章節與配分原則：第壹部分試題的內容含有第 4 ~ 6 章的知識，導致第 4 ~ 6 章的比重增加，且第貳部分的基本知識題比例大幅增加。

(三) 除基本題考學科知識能力外，情境題、整合能力題與跨學科考題也都有含有基本知識的選項。

(四) 跨學科的題目增加，如第 28 題 (生物與物理) 及第 66 題 (生物與化學)。

(五) 跨章節的題目增加，如第 11、36 及 59 題。

(六) 實驗題以 108 新課程「科學探究與實作」的架構出現，不再侷限是課綱內的「探討活動」。



## 貳、教材分配的比例

- (一)以「章」的角度看，配分符合節數比例。第壹部分：第1章4題，第2章3.5題，第3章3題。第貳部分：第4章3題，第5章1.5題，第6章3題。
- (二)以「節」的角度看，配分不均，有些重要概念沒有入題。如1-1生命現象、1-3細胞膜的運輸與酵素、3-2消化、3-4防禦、3-6生殖、4-3基因表現、4-4基因轉殖技術、5-3生物多樣性、6-4人類與環境。
- (三)第4～6章的配分比重增加，由25%增加到40%。

## 參、試題難易度

- (一)中等偏易，鑑別度高：因素養導向的題目增加，考生除要具備基本知識以外，還要具有閱讀理解、圖表判讀和邏輯推論……等整合能力才能得分。
- (二)簡單易答有第9、25、36、57、58、60及66等7題，難度適中有第10、11、24、26、28、42、61及62等8題，難度較高的有第12、27及59等3題。

## 肆、爭議題

- (一)今年沒有嚴重的爭議性題目，雖然沒有超出課綱的問題，但有幾題是高三才會學習到的知識概念，這樣導致有利第三類組學生，對於講求公平原則的大考是不好的示範，如第12題的「種子萌芽」及第27題「生長素實驗」。
- (二)第36題有關科學家貢獻的敘述不夠白話流暢，容易引起考生誤解。

## 伍、109 學測應考對策

處於108課綱已正式實施，111學測考綱方向也已確定的環境下，按照今年108學測的命題趨勢，可大膽推測舊課綱的最後2年學測（109及110年）應會遵循111學測考綱原則，題型會包括「基本題」與「素養導向」的兩大題型，準備的方向如以下兩點。

### (一)基本題的準備

- (1)基礎生物各章的比重會逐漸相同，不管哪一類組的同學均要理解並熟讀各章基本知識及重要生物概念，也要熟悉實驗方法及結果。
- (2)一定要搭配課本的圖示，不論是示意圖或者顯微切片圖，都有助於理解抽象的生物知識或考題。

### (二)素養導向題的準備

- (1)情境題：試題取材生活化或在地化，要多花一些心思認識與了解臺灣在地生物及時事議題。
- (2)整合能力題：閱讀幾篇科學期刊的文章，試著找出研究假設、實驗設計原理及步驟、數據分析與結論以增進自己的閱讀理解、邏輯推論、圖表判讀……等能力。
- (3)跨學科題：生物學是利用數學、物理及化學等基礎科學來解釋生命現象的一門學問，重要的生物概念要推導理解而不是只有記憶，這樣才能應用於這類型的題目。

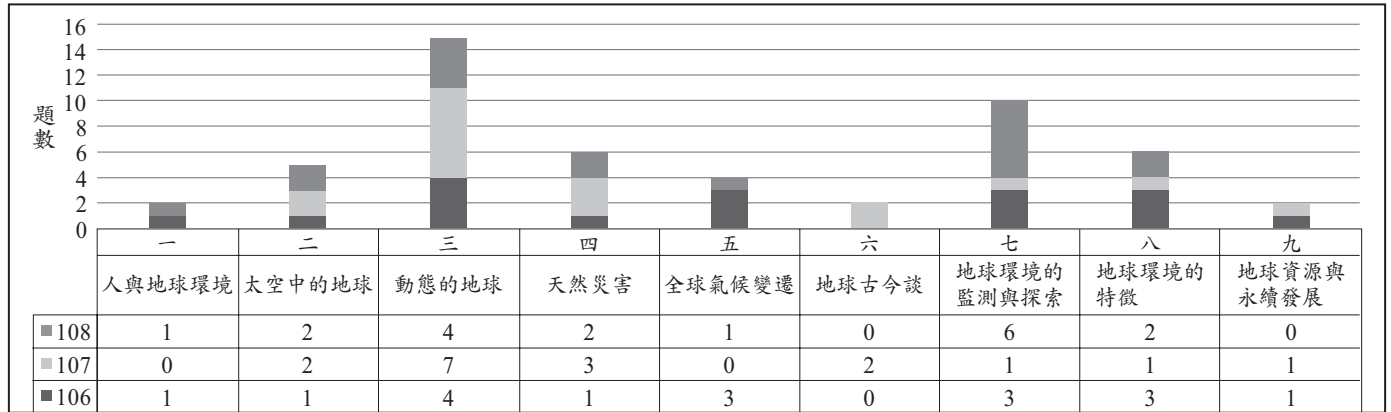
### 高分關鍵字

確實了解課本所提的生物概念及各種圖示、熟悉實驗步驟及結果、閱讀科學文章、多了解臺灣在地生物及科學時事。

# 108 學年度學科能力測驗自然考科——地球科學試題分析

建國中學 地球科學科教師／葉昭松

今年自然考科中，地球科學試題共有 18 題，包括第壹部分 10 題及第貳部分 8 題，按照 103 課綱微調的主題，試題出處分布圖如下：（一～五為上冊主題、六～九為下冊主題）



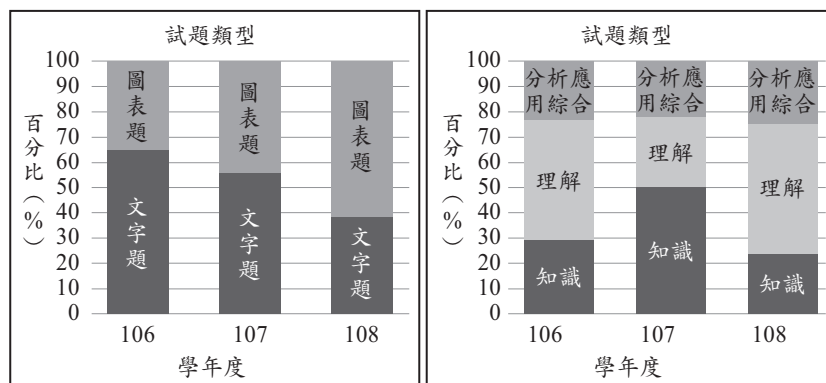
今年試題分布接近學測命題建議的上、下冊比例，同學應平衡兼顧上、下冊才能面面俱到。其中值得注意的是主題七「地球環境的監測與探索」的題數較往年明顯增加，且題目取材結合真實案例，如「船跡雲」及「臺灣地表 GPS 測站紀錄」。提醒同學們學習相關知識時，應更加注意實際的應用層面，掌握學與用之間的關聯。

## 壹、圖表題逐年增加，著重理解及應用層次

今年的地科試題的圖表題題數更勝往年，成為獲得高分的關鍵。也因為圖表題的判讀需要更多作答時間，因此在準備期間就要多加瀏覽圖表，瞭解從數據資料轉換為圖表的繪製邏輯，也可以多觀察日常現象，思考其隱含的科學意義，如此便能在應試時更加敏銳地察覺圖表中的關鍵線索。

由於 12 年國教課綱即將於 108 學年度正式實施，近兩年的學測題目也出現「素養導向」的試題，可視為新課綱的銜接期。在此趨勢下，試題設計將有更多跨領域、生活化、情境化和圖表式的題型，建議同學應該增加生活經驗、多元且廣泛的閱讀，並嘗試思考多層次問題，才能有效掌握。

然而還是需要提醒考生，素養導向試題並非完全可由題幹文章或圖表中直接獲得完整訊息，屬於課程中的知識內容仍是理解及應用的根本，有充分的知識作為基底，才能順利作答。本次試題類型及評量層次分析如下：



## 貳、試題難度中偏難，理論及實例並重

從難易度進行分析，今年地科試題屬於中偏難，除了上、下冊課本的主題外，也運用了真實案例，如海嘯、颱風、汙染物及船跡雲、臺灣地表 GPS 位移量等。另外也有 4 題結合計算，雖然利用估算

的方式就可以找出正確答案，但一般同學對於地科相關議題的計算較為陌生，也是今年考生普遍認為難度提升的原因之一。

由於地球科學所探討的議題原本就具備跨科的本質，如同今年試題第4題的波浪近岸變化，除了瞭解海下地形的深度影響外，也可以結合物理的折射概念，從波速與折射角的關係加以理解。第3題將恆星的星光與各種物體的光源或顏色比較，整合了物理的「能階躍遷」及化學的「氧化還原」概念。第39至40題船舶航行釋放的污染物造成小顆粒雲滴的 $A/V$ 比值也與數學的面積、體積概念有關。

從同學應試的難度感受而言，跨科的知識整合、重理解的試題通常難度較高也較花時間。建議平日的學習應整合知識，並架構成為有骨幹的系統，而非視為科目壁壘分明的知識記憶。

## 參、總結

在新課綱上路的銜接時期，學測的命題應會持續導入素養題，打破科目界線的多元知識應用也將會是學習的重要方向。地球科學原本就是一門應用科學，螺旋式的加深加廣也是同學們從國中階段一路累積地科知識時，必須瞭解的學習軸線。從國中的主題到高中基礎地科上冊的內容，多著眼於現象的描述，到了下冊，這些現象之所以能被闡述的科學研究過程、數據及圖表的呈現和解析，更是體現科學發展史的價值。

### 高分關鍵字

吸收知識、充分理解、分析推理、整合應用，展現科學精神並提昇覺察環境的能力，就是決勝的關鍵！

## 1

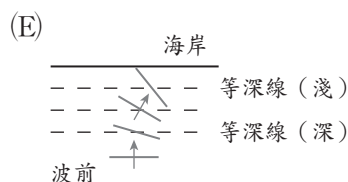
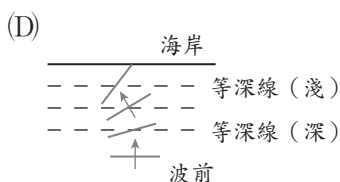
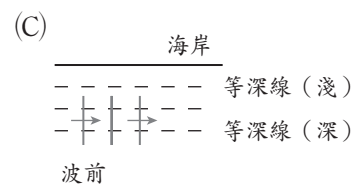
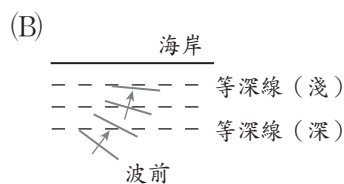
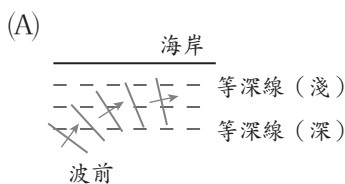
## 108 學年度學科能力測驗

## 第壹部分 (占 80 分)

## 一、單選題 (占 32 分)

說明：第 1 題至第 16 題，每題均計分，每題有  $n$  個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 2 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

- \_\_\_\_\_ 1. 太陽風是太陽表面所噴發出來的高能帶電粒子束。當這些物質到達地球時，時速常超過百萬公里。太陽風與下列哪一現象最有直接關係？  
 (A)潮汐 (B)極光 (C)日全食 (D)流星雨 (E)沙塵暴 【地科】
- \_\_\_\_\_ 2. 聖嬰現象是大氣與海洋交互作用下的大自然變化，會導致地球上部分地區短期氣候異常。有關聖嬰現象發生時所伴隨的大氣與海洋變化或影響，下列敘述何者錯誤？  
 (A)赤道東風減弱  
 (B)赤道東太平洋地區海溫上升  
 (C)南美洲西岸湧升流增強  
 (D)赤道西太平洋地區海水高度降低  
 (E)赤道西太平洋地區降雨量減少 【地科】
- \_\_\_\_\_ 3. 恆星的表面溫度與呈現的星光顏色有關，當我們觀賞夜空中閃爍的恆星，可看出恆星的顏色有白、藍、黃、紅等。下列選項中，顏色產生的原理何者相同？  
 (A)恆星與煙花的火光  
 (B)紅色恆星與紅色的火星  
 (C)藍色恆星與藍色的花  
 (D)紅色恆星與火山熔岩發出的紅光  
 (E)藍色恆星與瓦斯燃燒發出的藍光 【地科】
- \_\_\_\_\_ 4. 水深愈深，波浪的行進速度愈快，然而受海底地形起伏影響，當波浪向海岸傳播時，往往會因速度變慢而產生偏折的現象。圖中虛線為等深線，愈靠近海岸水深愈淺。灰色實線為海浪的波前，箭頭代表波浪的行進方向，假設海底地形變化皆相同，則下列選項何者為最可能的波浪傳播路徑？



【物理·地科】



5. 在很多工作環境中，機能衣料提供重要的安全防護，例如：導電性較高的防靜電工作服，可抑制人體及服裝累積靜電荷，以消除或減小靜電放電的危害，因此已成為石油化工業極基本的防護必需品。下列有關防靜電工作服的敘述，何者不正確？

- (A) 導電纖維可全部或部分使用金屬或有機物的導電材料製成
- (B) 在紡織時按照一定比例均勻混入導電纖維，可製成防靜電織物
- (C) 為防止服裝累積靜電荷，可利用具有導電性的織物製作工作服
- (D) 導電纖維每單位長度的電阻值愈大，愈容易使電荷流動而不致累積
- (E) 防靜電工作服可利用接地導引電荷或中和放電的方式，防止累積靜電荷

【物理】

6. 某生做「電磁感應」的示範實驗時，先將具有鐵心的小線圈串接直流電源供應器，形成迴路以產生磁場，再利用一個只串接檢流計的大線圈，套在小線圈外圍檢測應電流。下列哪一項操作方式，不可能產生應電流？

- (A) 將小線圈在大線圈內外來回抽送
- (B) 將電源供應器的電壓忽大忽小的調節
- (C) 將電源供應器的正負端交換連接小線圈的兩端
- (D) 在小線圈的迴路中串接開關並交替斷開與接通的動作
- (E) 在大線圈的迴路中串接開關並交替斷開與接通的動作

【物理】

7. 圖 1 為氫、氦、汞原子的發射光譜，三位同學觀察後發表見解如下：

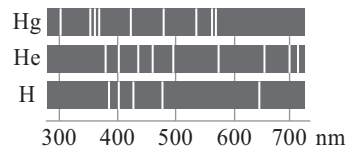


圖 1

甲生：正如條碼可用來辨識不同商品，不同原子產生的譜線，可用來辨識原子的種類

乙生：不同原子產生的譜線波長不同，是物質呈現不同顏色的主因

丙生：原子僅發射特定波長的光譜線，這是原子具有不連續能階的證據

哪幾位同學的說法是正確？

- (A) 僅有甲
- (B) 僅有乙
- (C) 僅有丙
- (D) 僅有甲丙
- (E) 僅有乙丙

【物理】

8. 某生清晨被鬧鐘喚醒，以電動牙刷洗漱，早餐吃的是烤麵包機烤的吐司。出門搭公車上學時，遇到同學提起，猛然發現忘了整理昨天數學課的筆記，於是拿出手機內建的相機拍攝同學的筆記參考，再使用太陽能電池計算機輔助驗算。在上述過程所應用到的工具中，下列哪一選項中的組合最可能應用到光電效應？

- (A) 鬧鐘和電動牙刷
- (B) 電動牙刷和公車
- (C) 烤麵包機和手機內建的相機
- (D) 手機內建的相機和太陽能電池計算機
- (E) 烤麵包機和太陽能電池計算機

【物理】

9. 細菌和人體細胞的構造，有共通性也有歧異性，下列有關兩者的比較何者正確？

- (A) 兩者的細胞核中都有粒線體
- (B) 兩者的細胞內都有高基氏體
- (C) 兩者的細胞質中都有核糖體
- (D) 細菌沒有細胞膜，但有細胞壁與外界區隔
- (E) 人體細胞沒有細胞壁，內部的次構造皆用膜包圍

【生物】

10. 圖 2 為人體血液循環系統各部位之相對測量值，序號 1 表示由心臟出發之血管，經序號 2 ~ 14 之血管後，再由序號 15 返回心臟。各部位測量之變數包含總截面積、血管壓力及血流速等三項。各變數之測量值均已標準化為 0 ~ 1 之相對數值，下列敘述何者正確？

- (A) 變數 X 為總截面積 (B) 變數 Y 為血管壓力  
(C) 變數 Z 為血流速 (D) 血管壓力與總截面積呈負相關  
(E) 血流速與總截面積呈負相關

【生物】

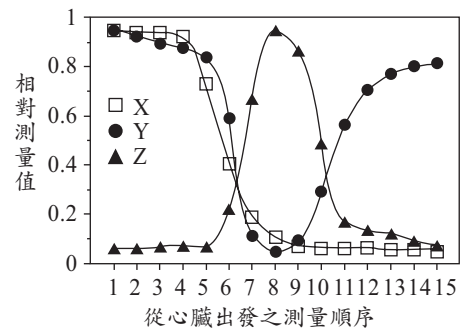


圖 2

11. 螺旋藻為一種藍綠菌，而小球藻則為一種綠藻，螺旋藻及小球藻皆被認為富含人體所需的養分。下列有關這兩者的敘述何者正確？

- (A) 兩者皆具葉綠體  
(B) 兩者皆行光合作用光反應產生氧  
(C) 兩者的細胞壁主要皆由肽聚糖組成  
(D) 在三域系統中螺旋藻是細菌，而小球藻是植物  
(E) 螺旋藻以葉黃素，而小球藻則以葉綠素為主要光合色素

【生物】

12. 圖 3 為一般雙子葉植物的種子萌發過程，其上胚軸、下胚軸以及子葉的相對重量變化相當大。下列選項的三者關係圖（..... 上胚軸，- - - 下胚軸，— 子葉），何者最合理？

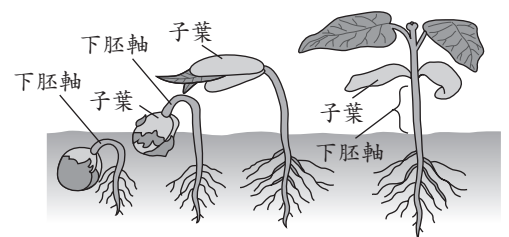
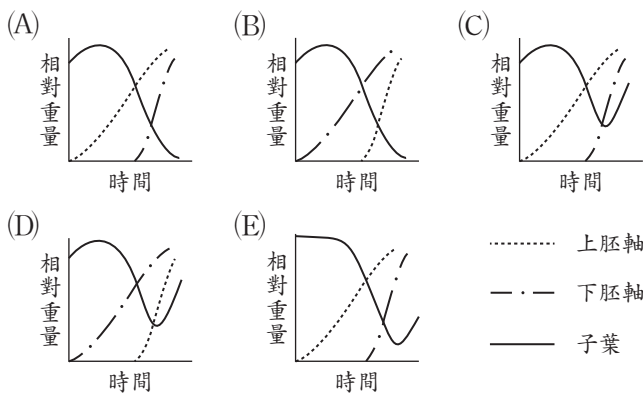
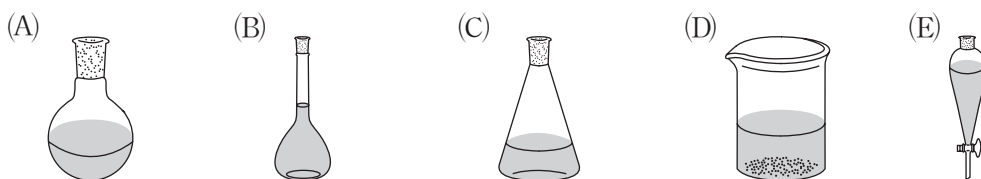


圖 3

【生物】

13. 無咖啡因（或低咖啡因）的咖啡，能滿足某些喜歡咖啡的香味、卻不希望攝取過量咖啡因的人們。若欲在實驗室裡，從咖啡豆中將咖啡因分離，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。若欲萃取此混合物中的咖啡因，則下列哪一玻璃器材最適合？（已知咖啡因的熔點為 235 ~ 238°C）。



【化學】

14. 若將等莫耳數的下列化合物完全燃燒，產生二氧化碳與水，則所需消耗氧氣量的大小順序，何者正確？

- (A) 乙醇 > 乙烷 > 乙酸 > 甲醚 = 乙炔  
(B) 乙炔 > 乙烷 > 乙醇 > 甲醚 > 乙酸  
(C) 乙烷 > 甲醚 = 乙醇 > 乙炔 > 乙酸  
(D) 乙炔 = 乙烷 > 乙醇 > 乙酸 > 甲醚  
(E) 甲醚 = 乙醇 > 乙酸 > 乙烷 > 乙炔

【化學】

15. 下列有關元素與週期表的敘述，何者正確？

- (A) 兩個水分子  $^1\text{H} - ^{17}\text{O} - ^1\text{H}$  與  $^1\text{H} - ^{16}\text{O} - ^2\text{H}$ ，所含有中子數的總和相同
- (B) Na、Mg、Al 三種金屬元素中，Al 的原子半徑最大
- (C) 室溫時，VIIA 族（或第 17 族）元素皆是氣體
- (D) 週期表左下方元素，較不易失去電子
- (E) 鈹（Be）為類金屬元素

【化學】

16. 電石（又稱電土）的主要成分是碳化鈣（ $\text{CaC}_2$ ），碳化鈣遇水會生成乙炔（ $\text{C}_2\text{H}_2$ ）和氫氧化鈣；所產生的乙炔是傳統電石燈和竹筒炮所用的燃料，也可作為水果催熟劑。今有一電石樣品和水反應所產生的氫氧化鈣水溶液，以 1.0 M 鹽酸標準溶液滴定，得知其氫氧根離子的莫耳數為 0.020 mol。試問此電石樣品可製得多少公克乙炔？（C = 12，H = 1.0）

- (A) 0.13
- (B) 0.26
- (C) 0.39
- (D) 0.52
- (E) 0.65

【化學】

## 二、多選題（占 36 分）

說明：第 17 題至第 34 題，每題均計分。每題有  $n$  個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 2 分；答錯  $k$  個選項者，得該題  $(n - 2k)/n$  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。

17. 空氣汙染通常發生在低風速且穩定的低層大氣下，空氣汙染物 PM2.5 顆粒沉降速率很小，約  $10^{-3} \text{ m/s}$ 。下列關於臺灣空汙的敘述，哪些正確？（應選三項）

- (A) 冬天冷高壓籠罩下較容易有嚴重空汙事件
- (B) 空汙在梅雨鋒面抵達時較為嚴重
- (C) 空汙在副熱帶高壓籠罩下較為嚴重
- (D) PM2.5 顆粒在 1 公里處高空等速沉降掉落，約需要 10 天
- (E) PM2.5 顆粒在 1 公里處高空等速沉降掉落，約需要 1 天

【地科】

18. 某科幻小說中的情境曾提及月球公轉方向與現在相反，但公轉速率不變。如果此情境為真，其他影響潮汐變化的因素亦不改變，則下列敘述哪些正確？（應選二項）

- (A) 月亮會變成自西方升起，東方落下
- (B) 月亮每天會提早約五十分鐘出現
- (C) 月亮依然會由東方升起，且不影響潮汐的漲退時間
- (D) 對於半日潮的地區，每天滿潮的時間大約會提早五十分鐘
- (E) 潮汐變動只影響半日潮地區，全日潮地區完全不受影響




【地科】

19. 海嘯的破壞力取決於浪高和溯上高度。溯上高度是海嘯到達陸地後隨著地形爬升的高度，有時可數倍於浪高。1958 年 7 月 9 日阿拉斯加發生規模 7.8 的地震，引發山崩，使得逾 3 千萬立方公尺的岩石和冰塊落入阿拉斯加利圖亞灣，由於利圖亞灣為較封閉海域，海水難以流散，造成溯上高度達 524 公尺的海嘯，是有記錄以來溯上高度最高的海嘯。下列有關發生在阿拉斯加利圖亞灣海嘯的敘述，哪些正確？（應選二項）

- (A) 此溯上高度最高的海嘯由大地震造成的海床錯動所引起
- (B) 海嘯波抵達淺海區時，其浪高會隨著水深的變淺而迅速升高
- (C) 數千萬立方公尺的岩石和冰塊落入利圖亞灣，造成 500 多公尺的浪高
- (D) 若巨量岩石和冰塊是落入開放海域，則造成的海嘯浪高和溯上高度將會較灣區小
- (E) 若海嘯往深海區傳播，其傳播速度較淺海區慢

【地科】

20. 日、月、地三者的相對位置如圖 4 所示，請問當下地球所見月相以及月球東升的大約時刻分別為何？（應選二項：(A)~(C)選一項，(D)~(F)選一項）

|     | 月 相   |     | 東升時間    |
|-----|---|-----|---------|
| (A) |  | (D) | 正午 12 時 |
| (B) |  | (E) | 下午 3 時  |
| (C) |  | (F) | 下午 6 時  |

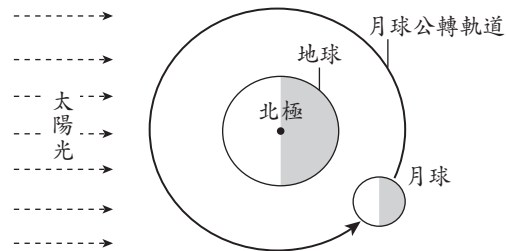


圖 4

【地科】

21. 密閉的金屬空瓶內裝有氮氣，瓶內外的溫度皆為室溫，壓力皆為一大氣壓。將該瓶置入沸水中數分鐘，若可忽略金屬瓶內部體積的改變，則下列敘述哪些正確？（應選二項）

- (A) 置入水中前後，瓶內氣體的分子數不變
- (B) 置入水中後，瓶內氣體的分子數變少
- (C) 置入水中前，瓶內氣體分子的平均動能較大
- (D) 置入水中後，瓶內氣體分子的平均動能較大
- (E) 置入水中前後，瓶內氣體的總動能不變

【物理】

22. 下列關於自然界基本作用力的敘述，哪些正確？（應選三項）

- (A) 摩擦力、正向力的來源都是重力
- (B) 強作用力可以克服原子核中質子之間的靜電排斥力而形成原子核
- (C) 單獨的中子並不穩定，由於弱作用力，會自動衰變成質子、電子及其他粒子
- (D) 核子間有強作用力可以克服弱作用力，所以原子核中的中子極容易發生衰變
- (E) 強作用力的作用範圍約與原子核的大小相當，但弱作用力的作用範圍還要更小

【物理】

23. 國樂音階的五音與頻率的對應如表 1 所示。

表 1

| 國樂音階    | 宮   | 商   | 角   | 徵   | 羽   |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 頻率 (Hz) | 262 | 294 | 330 | 392 | 440 |

經測得「角」音在室溫空氣中傳播時的波長約為 103 公分。若五音的聲波都在相同狀況的空氣中傳播，則下列有關表 1 國樂五音的敘述，哪些正確？（應選二項）

- (A) 「宮」音聲波的傳播速率最慢
- (B) 「商」音聲波不會發生干涉現象
- (C) 五音的聲波均會發生繞射現象
- (D) 在室溫空氣中傳播時，「徵」音的聲波波長較「角」音為長
- (E) 在室溫空氣中傳播時，「羽」音聲波的波長約為 77.3 公分

【物理】

24. 加工食品應詳細列出內容物成分。一般泡麵所示的成分多達 10 種以上，從中摘列常見的 5 項如下，其中哪些內容物主成分為碳水化合物？（應選二項）

- (A) 麵粉
- (B) 棕櫚油
- (C) 蔗糖
- (D) 味精
- (E) 大豆卵磷脂

【生物】



25. 某生於探討活動時，觀察某植物器官（圖 5）後，寫出記錄及推測如下，其中敘述哪些正確？（應選二項）

- (A) 此植物葉片較可能具網狀脈
- (B) 甲為水分主要運輸區域
- (C) 乙可運送無機鹽類
- (D) 丙具不透水的細胞壁
- (E) 是植物莖部的橫切面

【生物】

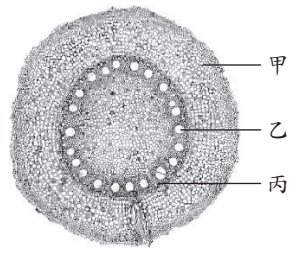


圖 5

26. 腎臟構造及功能之基本單元為腎元。圖 6 為腎元之示意圖，下列有關腎臟及腎元之敘述，哪些正確？（應選二項）

- (A) V 是小動脈進出腎元的門戶
- (B) W 主要行分泌作用
- (C) X 細胞位於腎盂
- (D) Y 細胞位於腎髓質
- (E) Z 處主要再吸收氫離子

【生物】

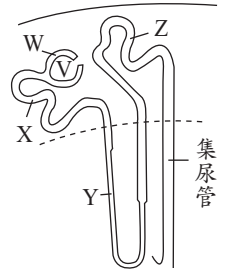


圖 6

27. 為了解植物向光性的調控，科學家運用植物生長素可以穿透洋菜膠，但不可穿透雲母片之特性進行 6 個實驗，所得結果如表 2。

表 2

| 實 | 驗  | 結 果    |  |
|---|--|--------|--|
| 1 | 在頂芽之下以不透光布包覆芽鞘周圍                             | 表現向光性  |  |
| 2 | 頂芽以不透光罩子罩住                                   | 無向光性   |  |
| 3 | 頂芽與芽鞘間以洋菜膠塊區隔                                | 表現向光性  |  |
| 4 | 頂芽與芽鞘間以雲母片區隔                                 | 無向光性   |  |
| 5 | 將頂芽切下，放於洋菜膠塊上，一段時間後，在黑暗中將此洋菜膠塊置於去除頂芽的芽鞘頂端之右邊 | 向左彎曲生長 |  |
| 6 | 黑暗中，在去除頂芽的芽鞘頂端右邊放置含生長素的洋菜膠塊                  | 向左彎曲生長 |  |

從表 2 實驗結果判斷下列敘述哪些正確？（應選三項）

- (A) 實驗 4 若改將雲母片隔在向光面與背光面間，芽鞘仍無向光性表現
- (B) 實驗 5 若改在光照環境下進行會有不同的結果
- (C) 實驗 6 中若將洋菜膠塊置於中間，芽鞘仍會彎曲
- (D) 頂芽可能會產生生長素，流入芽鞘影響生長
- (E) 頂芽細胞具感光能力

【生物】

28. 電腦圍棋曾以三連勝擊敗世界圍棋排名第一的棋手，在人工智慧的演算法上是一項重要的里程碑。電腦圍棋以摹仿生物體神經系統的人工神經網路（Artificial Neural Network, ANN）為主要結構，ANN 常常應用於機器學習和認知科學領域。ANN 設定其基本元件等同於生物神經元，以摹仿生物神經系統的結構和功能。此元件之示意圖如圖 7，其中  $X_1 \sim X_n$  為輸入向量之分量； $W_1 \sim W_n$  為輸入 Y 之權值，M 為人工神經元之輸出，Z 為動作。下列有關此基本元件與生物神經元之類比敘述，哪些正確？（應選二項）

- (A)  $X_1 \sim X_n$  相當於 Y 的軸突輸入量
- (B)  $W_1 \sim W_n$  訊息傳至 Y 相當於生物神經元間的突觸傳遞
- (C) Y 相當於生物神經元之細胞本體
- (D) M 如同樹之主幹，相當於神經細胞之樹突
- (E) Z 相當於神經系統之受器

【生物】

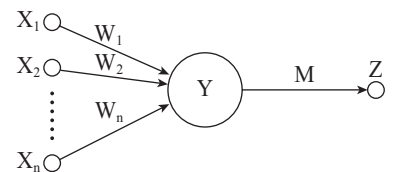


圖 7

29. 液化石油氣（又稱桶裝瓦斯）的主要成分為丙烷與丁烷，而天然氣的主要成分為甲烷。下列有關液化石油氣與天然氣的相關敘述，哪些正確？（應選三項） 【化學】

- (A) 液化石油氣與天然氣的密度皆比水小  
 (B) 若液化石油氣所含丙烷之比例愈高，則其沸點就愈高  
 (C) 常溫常壓下，甲烷、丙烷與丁烷皆為氣體  
 (D) 相同莫耳數的液化石油氣與天然氣完全燃燒時，天然氣所釋出的能量較多  
 (E) 甲烷、丙烷、丁烷三者含碳的重量百分率逐漸增加

30. 濾紙層析是分離混合物的一種簡便方法。首先用鉛筆在長條形濾紙上，距上、下緣適當距離處（約 1 公分）各劃一條細線（如圖 8 的 X、Y 橫線）；然後用毛細管在 Z 處點好樣品後，再放入裝有適當展開液之展開槽中進行分離。下列有關濾紙層析之原理及操作，哪些選項正確？（應選二項）

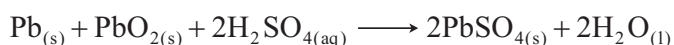


圖 8

- (A) 濾紙層析是利用混合物中各成分物質的性質差異（如對濾紙之吸附力）達到分離效果  
 (B) 用毛細管將樣品溶液點在濾紙上的 Z 點時，須持續接觸約 10 秒，以提高樣品含量  
 (C) 必須使用足量的展開液，使其液面剛好接觸到 X 處之橫線  
 (D) 當移動最快的成分物質到達 Y 處之細線時，即可停止展開  
 (E) 改變展開液的成分可改變混合物的分離效果

【化學】

31. 鉛蓄電池（又稱鉛酸電池）是汽機車主要的電源，是以金屬鉛及二氧化鉛作為電極，而以 30% 的硫酸作為電解液。已知鉛蓄電池放電時，其反應如下：



下列有關鉛蓄電池的敘述，哪些正確？（應選三項）

- (A) 鉛蓄電池放電時，陽極之重量會減少  
 (B) 鉛蓄電池放電時，陰極之重量會增加  
 (C) 隨著鉛蓄電池放電，硫酸溶液的濃度會降低  
 (D) 鉛蓄電池充電時，氧化劑和還原劑是同一種物質  
 (E) 鉛蓄電池故障報廢時，應交由垃圾車送至掩埋場棄置

【化學】

32. 某生想利用圖 9 的燃燒分析實驗裝置，推導出某一僅含碳、氫、氧三種元素化合物的實驗式。實驗中利用丙、丁兩支吸收管，其中一支填充過氯酸鎂（吸收水分），另一支填充氫氧化鈉（吸收二氧化碳）。稱量兩支吸收管燃燒前後重量差，即可分別算出生成的水及二氧化碳重量，進而求出各元素之重量百分率，最後求得實驗式。為了使未知化合物燃燒完全，通常需使用氧化銅。下列針對圖 9 的實驗裝置中甲、乙、丙及丁處所應放置的物質及其功用的敘述，哪些正確？（應選二項）

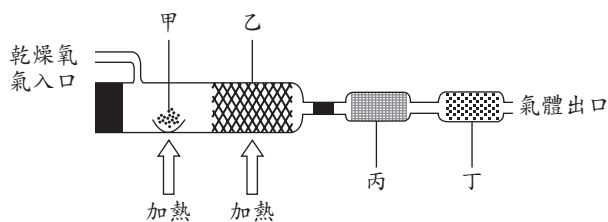


圖 9

- (A) 氧化銅應放於乙處  
 (B) 氧化銅為還原劑  
 (C) 過氯酸鎂應放於丁處  
 (D) 氫氧化鈉應放於丁處  
 (E) 實驗前後，需分別稱得氧化銅、過氯酸鎂及氫氧化鈉的重量，才能推算出碳、氫、氧三元素的重量

【化學】

33. 圖 10 為硝酸鉀 ( $\text{KNO}_3$ ) 在不同溫度之水中的溶解度 (定義為每 100 公克水所能溶解之硝酸鉀公克數)。王同學在  $26^\circ\text{C}$  時, 將 30 公克硝酸鉀加入 50 公克水中, 充分攪拌以達成溶解平衡。下列敘述哪些正確? (應選三項)

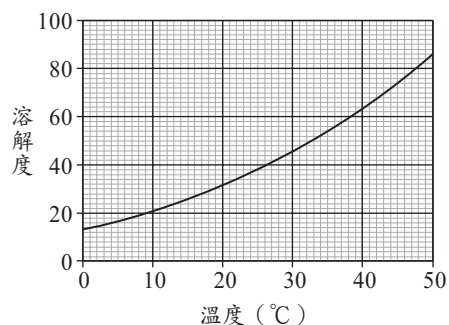


圖 10

- (A) 當混合液達成溶解平衡時, 尚有 10 公克的硝酸鉀未溶解  
 (B) 再加入 25 公克水, 可使硝酸鉀完全溶解, 形成飽和溶液  
 (C) 在飽和溶液中, 加入愈多的水, 硝酸鉀在水中的溶解度愈大

(D) 若將原混合液加熱至  $38^\circ\text{C}$  時, 則硝酸鉀剛好可完全溶解, 形成飽和溶液

(E) 若將原混合液降溫至  $20^\circ\text{C}$  時, 則可再析出 6 公克的硝酸鉀

【化學】

34. 甲和乙兩化合物皆由元素 R 和 Q 所組成, 其中甲化合物中 Q 的重量百分率為 20%, 而 1.4 公克的乙化合物中含有 1.2 公克的 R; 若甲的分子式為  $\text{R}_2\text{Q}_6$ , 而乙的分子式為  $\text{R}_2\text{Q}_a$ , 且乙一莫耳完全燃燒需要  $x$  莫耳的氧氣並產生  $y$  莫耳的  $\text{RO}_2$  與  $z$  莫耳的  $\text{Q}_2\text{O}$ , 其反應式為:



(A)  $a = 2$

(B)  $x = 3$

(C)  $y = 2$

(D)  $z = 4$

(E)  $x + y + z = 7$

【化學】

### 三、綜合題 (占 12 分)

說明: 第 35 題至第 40 題, 每題 2 分, 每題均計分, 請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。單選題答錯、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, 各題之選項獨立判定, 答錯  $k$  個選項者, 得該題  $(n - 2k)/n$  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。

#### 35.-36. 題為題組

科學的進步有賴科學研究者的投入, 能留名科學史的往往是有新發現或開創新領域的科學家, 他們的創新性貢獻常能提升大眾的生活水準, 造福全人類。請回答 35. ~ 36. 題:

35. 右表所列各科學家與其在物理學上主要貢獻(甲)至(戊)的對應, 何者最為恰當?

- (甲) 發現造成月亮繞地球運行與造成地球上自由落體的力, 是同一來源 (乙) 首位提出物質波新學說 (丙) 發現不僅電流會產生磁場, 隨時間變化的磁場也能產生電流 (丁) 發現兩帶電質點間的作用力與距離的關係和萬有引力的形式相同 (戊) 提出光子假說解釋光電效應

【物理】

| 物理學家 | 庫侖 | 法拉第 | 德布羅意 | 牛頓 | 愛因斯坦 |
|------|----|-----|------|----|------|
| (A)  | 甲  | 乙   | 丙    | 丁  | 戊    |
| (B)  | 丁  | 丙   | 乙    | 甲  | 戊    |
| (C)  | 丙  | 甲   | 戊    | 丁  | 乙    |
| (D)  | 戊  | 乙   | 甲    | 丁  | 丙    |
| (E)  | 乙  | 丙   | 戊    | 甲  | 丁    |

36. 下列科學家與其在生物學上的主要貢獻(甲)至(戊)的對應, 何者最為恰當? 【生物】

- (甲) 發現單細胞生物和細菌 (乙) 發現多細胞生物之細胞 (丙) 動物體皆由細胞組成 (丁) 說明目前之物種由前一物種分歧而來 (戊) 證實生物體之性狀由親代傳至子代, 等位基因不變, 基因型則有時不同

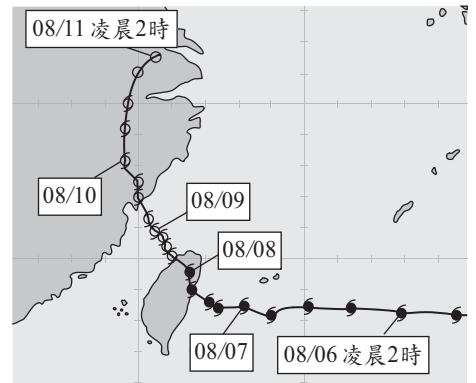
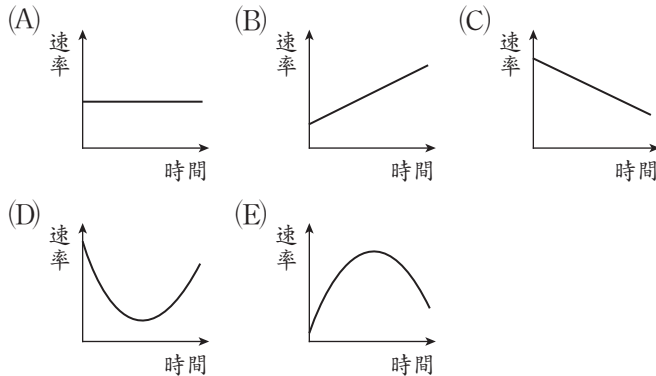
| 生物學家 | 達爾文 | 虎克 | 雷文霍克 | 孟德爾 | 許旺 |
|------|-----|----|------|-----|----|
| (A)  | 丁   | 乙  | 甲    | 戊   | 丙  |
| (B)  | 丙   | 丁  | 乙    | 甲   | 戊  |
| (C)  | 戊   | 丙  | 丁    | 乙   | 甲  |
| (D)  | 甲   | 戊  | 丙    | 丁   | 乙  |
| (E)  | 乙   | 甲  | 戊    | 丙   | 丁  |



## 37.-38.題為題組

颱風之風雨往往對臺灣造成巨大災害，因此對颱風特性的了解是重要的。請回答 37.~38.題：

37.圖 11 為某次颱風中心位置隨著日期變化的路徑圖（每日凌晨 2 時開始記錄，每 6 小時記錄一次）。自 08/06 凌晨 2 時至 08/11 凌晨 2 時期間，該颱風中心移動的平均速率隨著時間變化的趨勢曲線，最接近下列何者？



實心點表示強烈或中度颱風  
空心點表示輕度颱風

圖 11

【物理·地科】

38.某次颱風登陸臺灣前某一時刻的地面天氣簡圖如圖 12 所示，其中等壓線間距為 4 百帕 (hPa)，甲地位於颱風中心，乙、丙兩地則位於颱風東側。甲、乙、丙三地的風速依序最可能為多少公尺/秒？

- (A) 3, 35, 12    (B) 15, 20, 25    (C) 0, 45, 45  
 (D) 40, 25, 10    (E) 0, 25, 40

【地科】

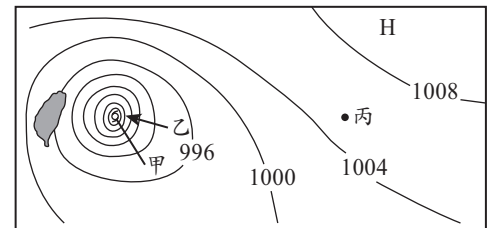


圖 12

## 39.-40.題為題組

科學家發現當物體的尺寸縮小後，其性質往往變化很大，甚至產生新現象。原因之一是物體的體積變小時，其表面積  $A$  與體積  $V$  的比值 ( $A/V$ ) 會增大，且其表面原子數  $n$  與內部原子數  $N$  的比值 ( $n/N$ ) 也隨之增大，此為奈米科技的表面效應。請回答 39.~40.題：

39.一半徑為 100.0 nm 的實心鐵球的  $n/N$  值，是半徑為 1.0 cm 的實心鐵球的  $n/N$  值之多少倍？

- (A)  $10^{-7}$     (B)  $10^{-5}$     (C) 10    (D)  $10^5$     (E)  $10^7$     【物理】

40.圖 13 為某大洋的可見光衛星影像，影像中的雲是在大氣底部接近海洋表面的低雲，其雲內液態水含量在空間上相當均勻沒變化。影像中線狀較亮的雲是因船舶航運所產生的船跡，較亮表示船跡的雲比較會反射陽光。一般而言，雲內雲滴顆粒的總表面積愈大的雲反射陽光能力愈強。船跡產生的原因是船舶煙囪排放出許多小顆粒污染物，會使船經過的雲內產生更多小雲滴顆粒，因此  $A/V$  比值隨雲滴體積變小而增大。下列敘述哪些正確？（應選二項）

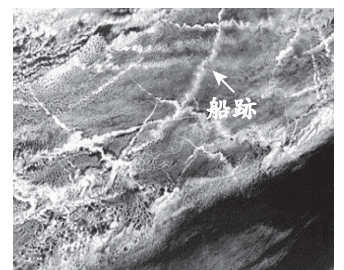


圖 13

- (A) 船跡雲較亮是因船煙囪排放許多水氣，使其雲內的液態水含量較周圍的雲多  
 (B) 船跡雲較亮是因雲含有更多的大的雲滴顆粒  
 (C) 船跡雲較亮是因雲含有更多的小的雲滴顆粒  
 (D) 單一小顆粒雲滴比單一大顆粒雲滴更會反射太陽光  
 (E) 人類活動排放小顆粒污染物可以增加雲的陽光反射

【地科】



## 第貳部分 (占 48 分)

說明：第 41 題至第 68 題，每題 2 分，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。單選題答錯、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，各題之選項獨立判定，答錯  $k$  個選項者，得該題  $(n-2k)/n$  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。此部分得分超過 48 分以上，以滿分 48 分計。

## 41-42 題為題組

地球的氮循環是由生物及非生物系統合一的一系列過程來完成。此過程通過大氣、陸地及海洋生態系進行一系列氧化還原反應將氮化合物轉換，如圖 14。請回答 41.~42 題：

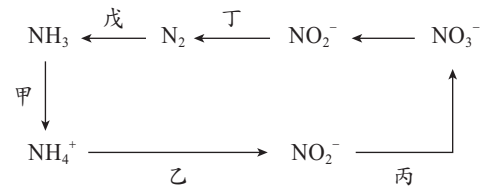


圖 14

41. 圖 14 中有數個氧化還原反應，哪些選項正確？

(應選二項)

- (A) 甲 - 氧化 (B) 乙 - 還原 (C) 丙 - 氧化 (D) 丁 - 還原 (E) 戊 - 氧化 【化學】

42. 圖 14 中的轉換反應有些需要酵素在生物體內完成，方可達成氮循環，下列有關轉換過程的敘述，哪些正確？(應選三項)

- (A) 含有根瘤菌的菌根將硝酸鹽還原為亞硝酸鹽  
 (B) 海洋中的固氮作用由藍綠菌完成  
 (C) 氮化作用是指將  $N_2$  轉化為  $NH_3$   
 (D) 硝化作用可將  $NH_4^+$  氧化為  $NO_2^-$   
 (E) 脫氮細菌的還原作用使氮回到大氣

【生物】

## 43-44 題為題組

由布設在臺灣的全球衛星定位系統 (GPS) 地面觀測站，可以估算臺灣現今的地殼變形量。圖 15 中之箭號為各測站相對於澎湖測站 S01R 的移動速度。測站 2、3、4 及 5 分別位於花東縱谷斷層的兩側。地殼變形的速率非常緩慢，地球科學家常以兩測站的速率差值除以測站距離，得到應變率，單位為  $1/\text{秒}$ ，可估算地殼的變形速率。請回答 43.~44 題：

43. 根據圖 15 測站的移動速度，下列敘述哪些正確？(應選二項)

- (A) 所有的測站都向大陸靠近，因為菲律賓海板塊以每年約 8 公分的速度向歐亞板塊碰撞  
 (B) 測站 6 和 7 之間的距離加大，此區域以伸張變形為主  
 (C) 測站 4 和 5 之間的距離加大，縱谷斷層以伸張變形為主  
 (D) 測站 2 和 3 之間的距離減小，縱谷斷層以壓縮變形為主  
 (E) 臺灣地區地殼變形狀況很均勻一致，東部與西部無明顯差異

【地科】

44. 若以測站 1 和測站 S01R 的距離為 250 公里，測站 1 相對於 S01R 的速率每年 8 公分，其應變率最接近何值 (單位為  $1/\text{秒}$ ，1 年約有  $3.15 \times 10^7$  秒)？

- (A)  $10^{-8}$  (B)  $10^{-10}$  (C)  $10^{-12}$   
 (D)  $10^{-14}$  (E)  $10^{-16}$

【地科】

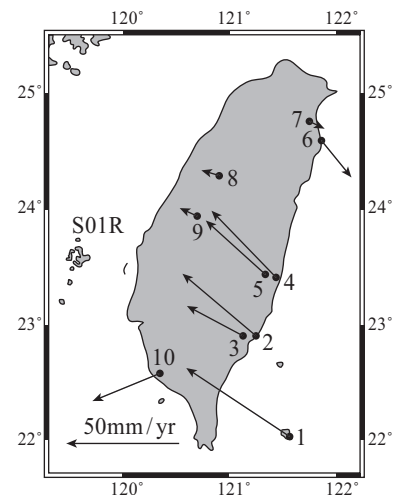


圖 15

45-46.題為題組

地質學家沿著地面 PP' 路線進行地質調查，記錄了野外地質資料如圖 16 所示，其中「地層走向」為地層面與水平面的交線，「地層傾角」為地層傾斜方向，及其層面與水平面的最大交角。請回答 45~46 題：

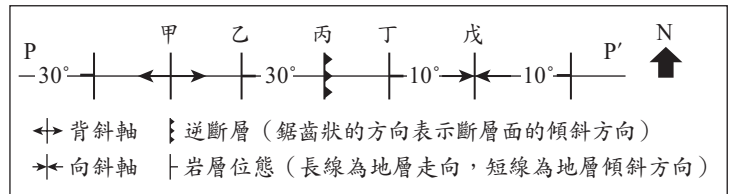


圖 16

45. 根據野外地質資料所描繪出的地質剖面圖，下列何者正確？

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

【地科】

46. 地質研究人員進行油氣探勘作業時，由於油氣密度較小、較輕，會沿著地層孔隙向上移動，岩層的上方必須有低孔隙、低滲透率的封閉岩層，形成良好的封閉地質構造，防止油氣向地表逸散。依此地質調查而言，下列哪一選項中的地質構造可能有油氣的蘊藏？

- (A) 甲及丙      (B) 乙及丙      (C) 丙及戊      (D) 甲及戊      (E) 乙及丁      【地科】

47. 如果不與外在環境交換能量，當未飽和時，一個空氣塊每上升 1000m，其溫度會降低約 10°C，露點會降低約 2°C；而飽和後，每上升 1000m 其溫度會降低約 5°C。如圖 17，有一座高度 2000m 的山，氣流在迎風面受地形擡升、沿坡面上升，當水氣達到飽和後，開始成雲和降水。如果在迎風面山腳下（甲地）觀測到氣溫為 30°C，露點為 22°C。假設空氣塊由甲地到達山頂（乙地），再下降到背風面山腳下（丙地）的過程，不與外在環境交換能量，則下列敘述哪些正確？（應選三項）

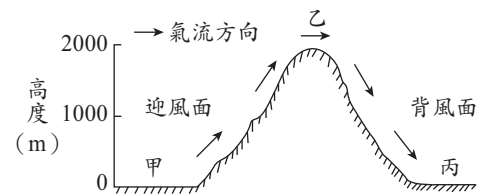


圖 17

- (A) 空氣塊開始成雲時的露點約為 15°C      (B) 空氣塊到達乙地的溫度約為 15°C
- (C) 空氣塊到達乙地的露點約為 15°C      (D) 空氣塊到丙地的溫度約為 28°C
- (E) 空氣塊到達丙地的溫度約為 35°C

【地科】

48. 海水密度隨鹽度與溫度變化的關係圖（溫鹽圖）如圖 18 所示。鹽度為 X 軸，溫度為 Y 軸，等值線為密度（例如，30 表示密度為 1030 kg/m<sup>3</sup>）。若以下選項中五個垂直剖面的溫度和鹽度值都在溫鹽圖的範圍內，且壓力對密度的影響極小，可忽略不計，則哪個選項中的水體垂直穩定度最高（密度向下遞增，且上下密度差最大）？

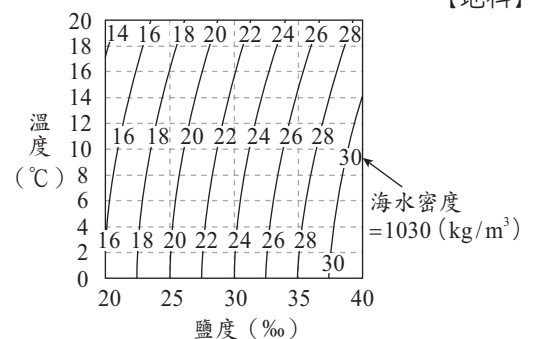
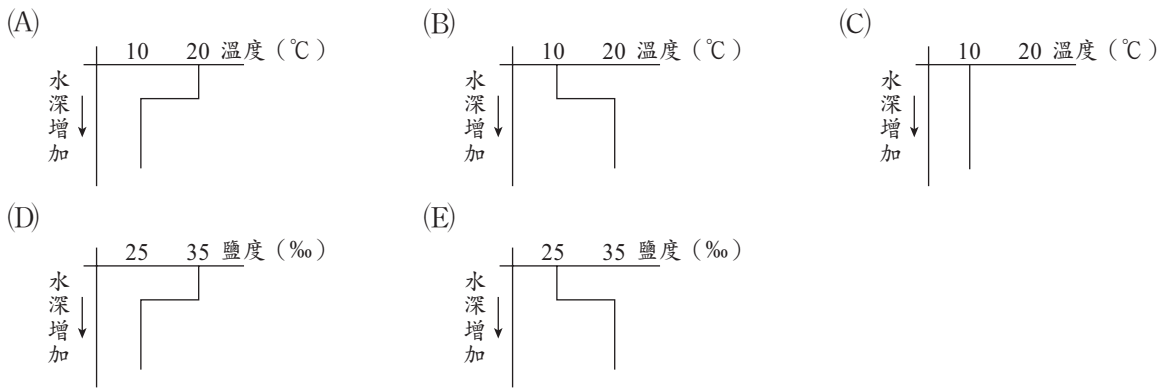


圖 18



【地科】

49. 地中海因其年平均的蒸發量大於降雨量，所以地中海海水的鹽度高於大西洋。地中海與大西洋的海水在直布羅陀海峽交換，其流量與鹽度的垂直剖面示意圖如圖 19，其中從大西洋流入地中海的入流量為  $Q_1$ ，鹽度為  $S_1$ 。從地中海流出的出流量為  $Q_2$ ，鹽度為  $S_2$ 。假設出、入流的溫度相同，且蒸發效應不可忽略，則下列何種組合能夠滿足地中海的海水體積與鹽度維持不變？

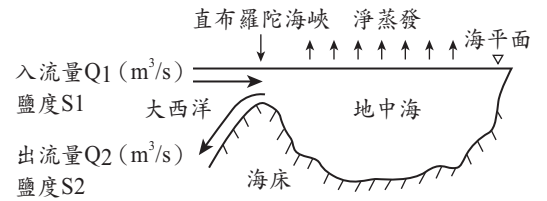


圖 19

- (A)  $S_1 = S_2, Q_1 = Q_2$                       (B)  $S_1 = S_2, Q_1 > Q_2$                       (C)  $S_1 < S_2, Q_1 = Q_2$   
 (D)  $S_1 < S_2, Q_1 < Q_2$                       (E)  $S_1 < S_2, Q_1 > Q_2$

【地科】

50. 一艘探勘潛艇失去推進動力，只能利用進水、排水以控制潛艇的下潛或上浮。在上浮過程中，為了避免上升速度過快，導致人體難以承受壓力驟變，工作人員於是進行潛艇減速。已知該水域水體靜止，且潛艇在進水或排水後的總質量皆可視為  $m$ ，所受浮力的量值為  $F_B$ 、垂直阻力的量值為  $F_R$ ，而重力加速度的量值為  $g$ ，則在潛艇沿垂直方向減速上升的過程中，下列關係何者正確？

- (A)  $F_B + F_R = mg$                       (B)  $F_B - F_R = mg$                       (C)  $F_B - F_R < mg$   
 (D)  $F_B + F_R < mg$                       (E)  $F_B - F_R > mg$

【物理】

51. 同步衛星繞地球運行的週期和地球自轉的週期相同。若部署一顆與同步衛星質量相同的新衛星，使其繞行地球一次的時間約為 3 小時，且兩顆衛星的軌道均為圓形，則該新衛星所受的重力量值約是同步衛星的多少倍？

- (A) 16                      (B) 8                      (C) 1                      (D)  $\frac{1}{8}$                       (E)  $\frac{1}{16}$

【物理】

52.-53 題為題組

科學家發現光碟表面的微結構能提升太陽電池吸收日光的效率。如果先利用高分子材料將光碟表面的結構轉印下來，再轉移至太陽電池上，此微結構的尺寸介於 150 至 250 nm 間，不但可讓入射光線在元件內部的移動距離增長，並且可使元件吸收幾乎全部波段的日光，進而提升光能轉換成電能的效率，相較於未使用光碟圖案的太陽電池，其元件吸收效率高出 22%，效果卓越。請回答 52～53 題：

52. 由上文可得知，哪些因素會影響太陽電池由光能轉換成電能的效率？（應選二項）

- (A) 電池的工作溫度                      (B) 光在電池內部行經的路徑長  
 (C) 電池內外結構的電阻係數                      (D) 電池吸收日光的波長範圍  
 (E) 太陽與電池之間的距離

【物理】

53. 光碟面之微結構的尺寸，約為一個氫原子直徑的多少倍？

- (A) 0.1                      (B) 1                      (C) 10                      (D) 1000                      (E) 10000                      【物理】

54-56. 題為題組

一座水庫的蓄水量與從壩底算起的水位關係如表 3 所列，水位 250 公尺時為滿水位。在滿水位下方 120 公尺處，設置壓力水管將水引入發電機，進行水力發電，發電機位於滿水位下方 160 公尺處，如圖 20 所示，且愈接近壩底，水壩的厚度愈厚。請回答 54 ~ 56 題：

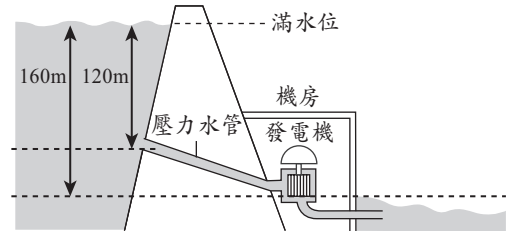


圖 20

(取重力加速度  $g$  為  $10 \text{ m/s}^2$ ，水的密度為  $1.0 \text{ g/cm}^3$ )

表 3 水庫水位與蓄水量

| 水位 (公尺)     | 220  | 225  | 230  | 235  | 240  | 245  | 250  |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 水量 (百萬立方公尺) | 1063 | 1084 | 1110 | 1140 | 1176 | 1217 | 1264 |

54. 依據圖 20 所示的水力發電設計，就能量轉換的觀點，下列敘述何者正確？

- (A) 水的熱能轉換成電能  
 (B) 水的化學能轉換成電能  
 (C) 水的重力位能轉換成電能  
 (D) 電能轉換成水的力學能  
 (E) 水的彈性能轉換成電能                      【物理】

55. 滿水位時，水庫水面的面積最接近多少百萬平方公尺？

- (A) 15                      (B) 9.4                      (C) 6.5                      (D) 5.1                      (E) 0.10                      【物理】

56. 已知發電廠設計的水流量為  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ，若本發電裝置僅可將水力所提供能量的 25% 轉換為電能，且水庫在維持滿水位情況下發電，則本發電廠的最大發電功率約為多少？

- (A) 12 MW                      (B) 4 MW                      (C) 12 kW                      (D) 4 kW                      (E) 1.5 kW                      【物理】

57. 圖 21 之甲、乙兩圖為某性狀之異型合子 (H) 經雜交 (即  $H \times H$ ) 試驗後，其子代 (F) 表現型之相對頻率分布圖。若依照孟德爾之遺傳法則推理，則甲、乙圖之遺傳類型依序屬於下列何者？

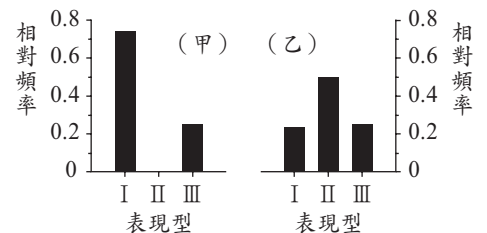


圖 21

- (A) 甲為單基因遺傳、乙為多基因遺傳  
 (B) 甲為單基因遺傳、乙為中間型遺傳  
 (C) 甲為中間型遺傳、乙為多基因遺傳  
 (D) 甲為多基因遺傳、乙為中間型遺傳  
 (E) 甲為二基因遺傳、乙為三基因遺傳                      【生物】

58. 一個 DNA 分子有兩股多核苷酸鏈。若某 DNA 片段經定序後，計算其中一股的鹼基百分率組成，發現腺嘌呤 (A) 為 32%，則推論此 DNA 的另一股上，胸腺嘧啶 (T) 所占之百分比 (%) 為何？

- (A) 16                      (B) 18                      (C) 24                      (D) 32                      (E) 36                      【生物】



59. 某實驗測定洋蔥根尖細胞中 DNA 的含量，得細胞數 - DNA 含量的分布圖如圖 22。若改以成熟的洋蔥胚乳進行測定，則下列何圖為最可能結果？

【生物】

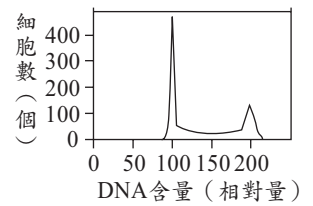
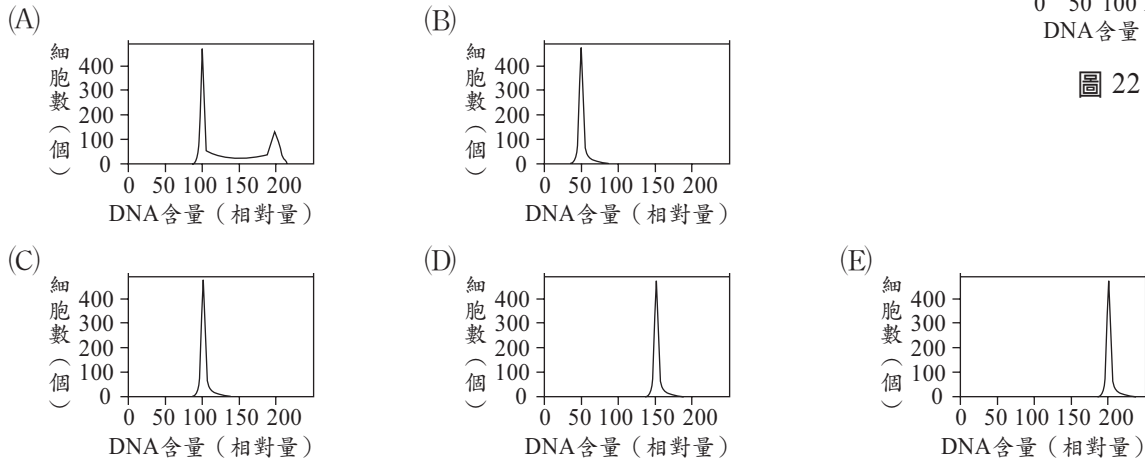
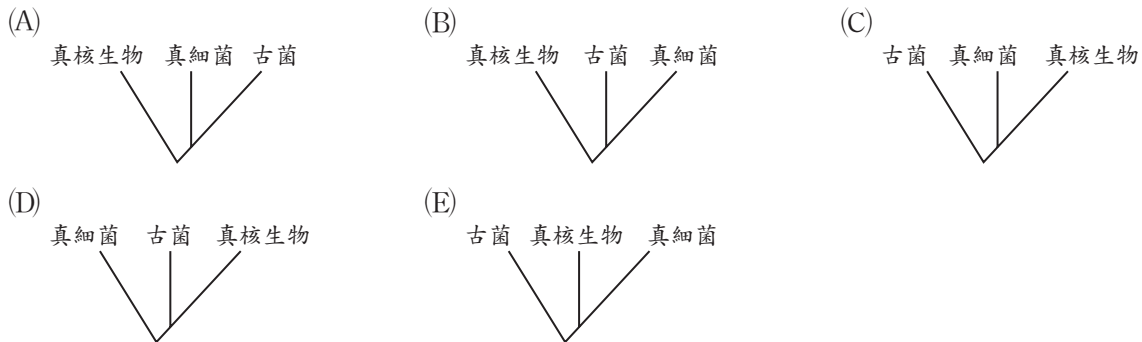


圖 22



60. 現生的不同物種都是經過分歧演化而來，因此物種或類群間的分歧順序可以用樹及樹枝的關係來表示，稱之為生命樹。下列構成生物體之自然分群及群間關係的生命樹，何者正確？



【生物】

61. 互利共生是兩物種共同生活，且以互蒙其利為關係。下列哪些結合可以達成互利關係？（應選三項）

- (A) 榕樹、蕨類：前者提供生活的住所，後者提供碳源
- (B) 豆科植物、根瘤菌：前者提供碳源，後者提供氮源
- (C) 地衣中的藍綠菌、真菌：前者提供碳源，後者提供水與礦物質
- (D) 珊瑚礁的珊瑚蟲、藻類：前者提供棲所，後者提供碳源
- (E) 北美的山貓、雪靴兔：前者提供棲所空間，後者提供食物

【生物】

62. 海洋面積占地球表面的 70%，剖面如圖 23 所示，所形成的生態系受深度 L、M&N 及離岸遠近 X、Y&Z 左右，並且各具特色。下列有關各種海洋生態特性之敘述，哪些正確？（應選二項）

【生物】

- (A) X 區會曝露在空氣中，附著性生物不能生存
- (B) Y 區陽光充足，初級生產力高，易形成漁場
- (C) Z 區底部黑暗沒有生物存在
- (D) L 層的 Z 區陽光充足，初級生產力高於 Y 區
- (E) M 及 N 層的水體中，其能量主要由 L 層提供

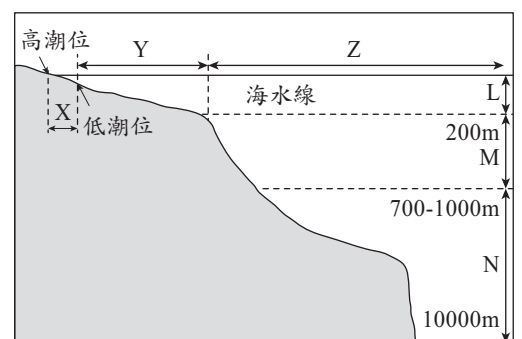


圖 23

63. 桌上有三瓶溶液，但沒有標籤可以識別。老師告知這三瓶分別是氯化鈉、硫酸鉀與硝酸鉍溶液，濃度均為 1.0 M。試問使用濃度 1.0 M 的下列哪一種試劑，可以用來區別此三瓶溶液？

- (A) 氫氧化鈉溶液 (B) 硝酸銀溶液  
(C) 硫酸溶液 (D) 氫氧化鉍溶液  
(E) 碳酸氫鈉溶液

【化學】

64. 有關  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  路易斯結構的敘述，下列何者正確？

- (A) 都只具有單鍵 (B)  $\text{NO}_3^-$  不滿足八隅體規則  
(C) 中心原子都具有孤對電子 (D) 二者的孤對電子數不同  
(E) 二者的總電子數相同

【化學】

65. 下列 8 類有機化合物：烷、烯、醇、醛、酮、酯、羧酸、醯胺，其最簡單成員之分子式含有兩個碳原子者，共有幾類？

- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6

【化學】

### 66.-67. 題為題組

為了避免農田長滿的雜草與農作物競爭養分，農家常以主要成分為草甘膦的除草劑去除雜草。草甘膦的分子結構如圖 24 所示。請回答 66. ~ 67. 題：

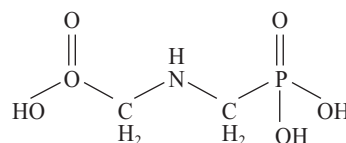


圖 24

66. 下列選項中，哪一個物質的組成元素與草甘膦分子中的組成元素種類相同？

- (A) 胺基酸 (B) 葡萄糖 (C) 核苷酸 (D) 脂肪酸 (E) 蔗糖

【化學·生物】

67. 草甘膦分子中含有下列哪些官能基？（應選二項）

- (A) 羥基 (B) 羧基 (C) 胺基 (D) 醯胺基 (E) 酯基

【化學】

68. 林同學在實驗室進行界面活性劑實驗，其步驟如下：

步驟 1：取紅色油性染料 1.0 mL 加入一裝有 20.0 mL 石油醚的燒杯中形成紅色溶液甲。

步驟 2：取溶液甲 2.0 mL 加入試管後，再加入 2.0 mL 的蒸餾水，套上塑膠蓋，搖晃試管後，靜置三分鐘，觀察並記錄試管內溶液混合的狀況。

步驟 3：取肥皂水 3.0 mL 加入步驟 2 的試管中，套上塑膠蓋，搖晃試管後，靜置三分鐘，觀察並記錄試管內溶液混合後的狀況。

步驟 4：取飽和氯化鎂溶液 3.0 mL 加入步驟 3 的試管中，套上塑膠蓋，搖晃的試管後，靜置三分鐘，觀察並記錄試管內溶液混合的狀況。

下列針對此實驗過程的敘述，哪些正確（應選三項）

- (A) 步驟 2 中，試管內分成兩層，界面清楚，紅色在上層而下層無色  
(B) 步驟 2 中，試管內分成兩層，界面清楚，水在上層而下層為石油醚  
(C) 步驟 3 中，試管內分成兩層，界面清楚，紅色在下層而上層無色  
(D) 步驟 3 中，試管內上下層界面不清楚，整支試管呈淡紅色  
(E) 步驟 4 中，試管內分成兩層，紅色在上層而下層無色

【化學】

- ☺ 頂標 (13級) 128.0~99.3分
- ☺ 前標 (11級) 99.2~82.8分
- ☺ 均標 (8級) 82.7~57.9分
- ☺ 後標 (6級) 57.8~41.4分
- ☺ 底標 (5級) 41.3~33.1分

### 題號 / 關鍵字 / 出處

1. 太陽風  
基礎地球科學 二、太空中的地球
2. 聖嬰現象  
基礎地球科學 五、全球氣候變遷
3. 恆星的顏色  
基礎地球科學 二、太空中的地球
4. 水波的折射  
基礎物理(一) 六、波  
波浪  
基礎地球科學 三、動態的地球
5. 靜電  
基礎物理(一) 四、物質間的基本交互作用
6. 【實驗】電磁感應  
基礎物理(一) 五、電與磁的統一
7. 原子光譜  
基礎物理(一) 八、量子現象
8. 光電效應  
基礎物理(一) 八、量子現象
9. 原核細胞與真核細胞的比較  
基礎生物(上) 一、生命的特性
10. 動脈、靜脈與微血管  
基礎生物(上) 三、動物的構造與功能
11. 原核生物與真核生物的比較  
基礎生物(上) 一、生命的特性
12. 雙子葉植物的萌芽過程  
基礎生物(上) 二、植物的構造與功能
13. 【實驗】實驗器材與功能
14. 燃燒反應  
基礎化學(一) 三、化學反應
15. 元素週期表  
基礎化學(一) 二、原子構造與元素週期表
16. 化學反應式與平衡  
基礎化學(一) 三、化學反應
17. 氣團對空氣汙染的影響  
基礎地球科學 四、天然災害
18. 潮汐  
基礎地球科學 三、動態的地球
19. 波浪與海嘯  
基礎地球科學 三、動態的地球
20. 月相  
基礎地球科學 六、地球古今談
21. 能量的守恆  
基礎物理(一) 七、能量
22. 自然界的基本作用力  
基礎物理(一) 四、物質間的基本交互作用
23. 波的性質  
基礎物理(一) 六、波
24. 醱類  
基礎生物(上) 一、生命的特性
25. 單子葉植物根的橫切面  
基礎生物(上) 二、植物的構造與功能
26. 腎臟的構造與功能  
基礎生物(上) 三、動物的構造與功能
27. 植物向光性實驗  
基礎生物(上) 二、植物的構造與功能
28. 神經元  
基礎生物(上) 三、動物的構造與功能
29. 液化石油氣  
基礎化學(一) 四、化學與能源
30. 【實驗】濾紙層析分離
31. 鉛蓄電池  
基礎化學(一) 四、化學與能源
32. 【實驗】燃燒分析實驗  
基礎化學(一) 三、化學反應
33. 【實驗】硝酸鉀溶液與結晶  
基礎化學(一) 一、物質的組成
34. 化學反應式與平衡  
基礎化學(一) 三、化學反應
35. 物理學家的貢獻  
基礎物理(一) 一、緒論
36. 生物學家的貢獻  
基礎生物(上) 一、生命的特性  
基礎生物(下) 四、遺傳  
基礎生物(下) 五、演化與生物多樣性
37. 颱風路徑圖與平均速率  
基礎地球科學 七、地球環境的監測與探索  
速率變化曲線  
基礎物理(一) 三、物體的運動
38. 地面天氣圖與颱風風速  
基礎地球科學 四、天然災害

## 題號/關鍵字/出處

39. 物理量的單位  
基礎物理(一) 一、緒論
40. 可見光雲圖  
基礎地球科學 七、地球環境的監測與探索
41. 氧化還原反應  
基礎化學(二) 一、常見的化學反應
42. 氮循環  
基礎生物(下) 六、生物與環境
43. 地質探測  
基礎地球科學 七、地球環境的監測與探索
44. 應變率  
基礎地球科學 七、地球環境的監測與探索
45. 地層走向與地層傾角  
基礎地球科學 八、地球環境的特徵
46. 地質鑽探  
基礎地球科學 七、地球環境的監測與探索
47. 大氣的垂直運動  
基礎地球科學 八、地球環境的特徵
48. 溫鹽圖  
基礎地球科學 七、地球環境的監測與探索
49. 海水的運動  
基礎地球科學 三、動態的地球
50. 能量的守恆  
基礎物理(二A) 二、牛頓運動定律
51. 同步衛星  
基礎物理(二A) 四、萬有引力
52. 能量的轉換  
基礎物理(一) 七、能量
53. 物理量的單位  
基礎物理(一) 一、緒論
54. 能量的轉換  
基礎物理(二A) 五、功與能量
55. 物理量的單位  
基礎物理(一) 一、緒論
56. 電功率  
基礎物理(一) 七、能量
57. 單基因遺傳、多基因遺傳、中間型遺傳  
基礎生物(下) 四、遺傳
58. DNA含氮鹼基的配對  
基礎生物(下) 四、遺傳
59. 洋蔥根尖細胞的分裂  
基礎生物(下) 四、遺傳
60. 生命樹與親緣關係  
基礎生物(下) 五、演化與生物多樣性
61. 生物間的交互作用  
基礎生物(下) 六、生物與環境
62. 海洋生態系  
基礎生物(下) 六、生物與環境
63. 沉澱反應  
基礎化學(二) 一、常見的化學反應
64. 八隅體規則與路易斯結構式  
基礎化學(二) 二、物質的構造與特性
65. 有機化合物的分子式  
基礎化學(二) 三、有機化合物
66. 化學元素的組成  
基礎化學(二) 三、有機化合物  
基礎生物(上) 一、生命的特性
67. 官能基  
基礎化學(二) 三、有機化合物
68. 【實驗】介面活性劑  
基礎化學(二) 四、化學與化工

## ○ 誤答統計表 請將答錯的題號圈起並統計題數

| 物 理               | 化 學               | 生 物               | 地 科               |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 4 5 6 7 8         | 13 14 15 16 29    | 9 10 11 12 24     | 1 2 3 4 17        |
| 21 22 23 35 37    | 30 31 32 33 34    | 25 26 27 28 36    | 18 19 20 37 38    |
| 39 50 51 52 53    | 41 63 64 65 66    | 42 57 58 59 60    | 40 43 44 45 46    |
| 54 55 56          | 67 68             | 61 62 66          | 47 48 49          |
| 物理錯最多嗎?<br>建議你可以讀 | 化學錯最多嗎?<br>建議你可以讀 | 生物錯最多嗎?<br>建議你可以讀 | 地科錯最多嗎?<br>建議你可以讀 |



- |              |              |              |              |           |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 1.(B)        | 2.(C)        | 3.(D)        | 4.(B)        | 5.(D)     |
| 6.(E)        | 7.(D)        | 8.(D)        | 9.(C)        | 10.(E)    |
| 11.(B)       | 12.(B)       | 13.(E)       | 14.(C)       | 15.(A)    |
| 16.(B)       | 17.(A)(C)(D) | 18.(B)(D)    | 19.(B)(D)    | 20.(C)(E) |
| 21.(A)(D)    | 22.(B)(C)(E) | 23.(C)(E)    | 24.(A)(C)    | 25.(C)(D) |
| 26.(A)(D)    | 27.(A)(D)(E) | 28.(B)(C)    | 29.(A)(C)(E) | 30.(A)(E) |
| 31.(B)(C)(D) | 32.(A)(D)    | 33.(A)(B)(D) | 34.(B)(C)(E) | 35.(B)    |
| 36.(A)       | 37.(D)       | 38.(A)       | 39.(D)       | 40.(C)(E) |
| 41.(C)(D)    | 42.(B)(D)(E) | 43.(B)(D)    | 44.(D)       | 45.(A)    |
| 46.(A)       | 47.(B)(C)(E) | 48.(E)       | 49.(E)       | 50.(C)    |
| 51.(A)       | 52.(B)(D)    | 53.(D)       | 54.(C)       | 55.(B)    |
| 56.(A)       | 57.(B)       | 58.(D)       | 59.(D)       | 60.(D)    |
| 61.(B)(C)(D) | 62.(B)(E)    | 63.(D)       | 64.(E)       | 65.(A)    |
| 66.(C)       | 67.(B)(C)    | 68.(A)(D)(E) |              |           |

## 第壹部分

### 一、單選題

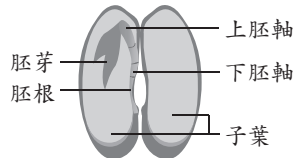
- 太陽風的帶電粒子受到地球磁層的影響，會沿著磁力線先往高緯度地區移動，之後再由高空往地面接近，過程中與高層大氣分子碰撞而產生極光。
- 聖嬰現象發生時，赤道東風及南赤道流減弱，原本集中在赤道西太平洋的暖水區域往東延伸，伴隨西側海水高度降低、東側（即秘魯外海）湧升流減弱。原本位在赤道西太平洋的低壓也向太平洋中央移動，造成赤道西太平洋地區降雨量減少。
- 恆星的顏色是表面溫度的黑體輻射現象。
  - 煙花的火光是金屬或其化合物的燄色，是原子中的電子吸收了能量發生躍遷的發光現象
  - 火星的紅色來自表面氧化鐵物質反射陽光
  - 花的藍色來自植物色素反射陽光
  - 火山熔岩發出的紅光為黑體輻射，與溫度有關
  - 瓦斯的藍色火焰是燃燒發光，是劇烈的氧化還原反應。火焰顏色與燃料空氣比例有關，若氧氣供應充足，就會出現藍色火焰。
- 【物理】
 

水波波速：深水區 > 淺水區，且波由疏介質（波速快）傳遞至密介質（波速慢）時，若入射角不為零，則波的折射方向會偏向法線。

  - ×(B)○；波的折射方向會偏向法線
  - ×；波行進方向不改變，但淺水區波速慢，直線波前波型會改變
  - (D)(E)×；入射角為零，波行進方向不改變。
- 【地科】
 

(A)(B)(C)當波前與等深線不平行時（即波浪行進方向不垂直海岸線），較淺處的波浪因波速較慢，波浪的行進方向會偏向淺水區，故(B)為正確答案。

(D)(E)當波前平行等深線時（即波浪行進方向垂直海岸線），由於波浪各處的水深變化相同，因此行進方向不會發生偏折。

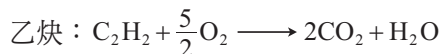
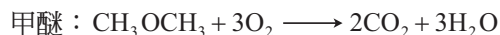
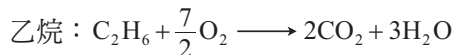
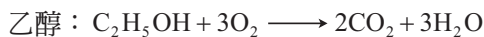
- (D)單位長度的電阻值愈大，則總電阻值愈大，愈容易使電荷移動受阻而累積靜電荷。
- (E)在大線圈的迴路中，若感受到「磁通量的變化」，才會產生感應電動勢，而造成應電流，故在大線圈中交替斷開與接通開關沒有「磁通量的變化」，並不會造成應電流。
- 乙生：物質呈現不同顏色主要是因為不同物質「吸收」與「反射」的光波長不同所致。只有乙生說法錯誤，故選(D)。
- ①鬧鐘、電動牙刷、烤麵包機：使用「電能」  
②公車：使用「石油化學能」  
③手機內建的相機：將「光」轉換成「電」訊號  
④太陽能電池計算機：將「光能」轉換成「電能」故選(D)
- 細菌屬於原核細胞，不具有膜胞器，人體細胞屬於真核細胞。
  - 粒線體是雙層膜胞器，細菌沒有，人體細胞有，但位於細胞質中
  - 高基氏體是單層膜胞器，細菌沒有
  - 細菌具有細胞膜
  - 人體細胞內部的次構造如核糖體、中心粒等，是沒有膜包圍的構造。
- x 軸 1 → 15 代表：大動脈 → 小動脈 → 微血管 → 小靜脈 → 大靜脈。
  - 變數 X 為血管壓力，動脈 > 微血管 > 靜脈
  - 變數 Y 為血流速，動脈 > 靜脈 > 微血管，微血管血流最慢
  - 變數 Z 為總截面積，微血管 > 靜脈 > 動脈，微血管總截面積最大
  - 血管壓力與總截面積不呈負相關。
- 螺旋藻為藍綠菌，屬於原核生物，小球藻為綠藻，屬於真核生物。
  - 螺旋藻為原核生物，不具有膜狀胞器，故不具葉綠體構造
  - 螺旋藻的細胞壁由肽聚糖組成，小球藻的細胞壁由纖維素組成
  - 三域系統中，螺旋藻屬於真細菌域，小球藻屬於真核生物域
  - 兩者皆以葉綠素為主要光合色素。
- 種子的胚包括：胚芽、胚軸、胚根與子葉。子葉附著於胚軸上，上胚軸是指位於附著點以上靠近胚芽的胚軸，下胚軸指位於附著點以下靠近胚根的胚軸。雙子葉種子萌芽過程需子葉提供養分，子葉的相對重量會愈來愈小，但子葉提供養分之前需先吸水以增加
 

代謝活性。因此，子葉的相對重量曲線應是：先增後減。題目圖 3 顯示種子萌發過程，下胚軸一直增長，而上胚軸（子葉之上）在萌發初期沒有增長，後期才開始增長，使初生葉突出子葉之上。

13. 萃取使用(E)分液漏斗。溶劑應選用難溶於水的有機溶劑，如乙酸乙酯。咖啡因較易溶解在有機溶劑中，充分搖動兩溶液，茶水中的咖啡因溶入乙酸乙酯中。靜置後，兩種不互溶的溶劑分層，打開下面的活栓，比較重（密度較大）的茶水從下方流出，漏斗中則剩下咖啡因的乙酸乙酯溶液。各種實驗器材的主要用途之補充：

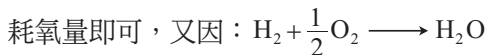
- (A)圓底燒瓶：加熱溶液用  
(B)容量瓶：配製溶液用  
(C)錐形瓶：滴定、混合  
(D)燒杯：盛裝或當反應的容器  
(E)分液漏斗：萃取或分離液體用。

14. 本題直接平衡燃燒的反應式，即可得到耗氧量的相對大小。



故耗氧量的大小順序為乙烷 > 甲醚 = 乙醇 > 乙炔 > 乙酸。

《另解》本題有機物的碳數相同，故只需考慮 H 燃燒的



⇒ 分子式中若有 1 個 O，可以抵消 2 個 H 的耗氧量。

分子中剩下會耗氧的 H 原子數：

乙烷 (6) > 甲醚 (6 - 2) = 乙醇 (6 - 2) > 乙炔 (2) > 乙酸 (4 - 4)。

15. (A)  $^{17}_8\text{O}$  有  $17 - 8 = 9$  個中子， $^2_1\text{H}$  有  $2 - 1 = 1$  個中子， $^1_1\text{H}$  沒有中子。所以兩個水分子中子數分別為  $0 + 9 + 0$ 、 $0 + 8 + 1$ ，總和均為 9
- (B) 同週期由左至右，因原子核的質子數愈多，核對電子的引力愈來愈強，原子半徑愈來愈小，故原子半徑  $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$
- (C) 室溫時， $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  是氣體， $\text{Br}_2$  是液體， $\text{I}_2$  是固體
- (D) 週期表愈靠左下方，元素的金屬性愈強，愈易失去電子
- (E) 鹼土族均是典型的金屬。類金屬元素有硼、矽、鎢、砷、銻、銻、鉛
16. 電石和水的反應式： $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$



根據反應式， $\text{Ca(OH)}_2$  的莫耳數等於  $\text{C}_2\text{H}_2$  的莫耳數

⇒  $w = 0.26$  克

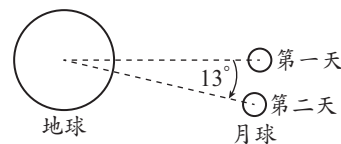
## 二、多選題

17. (A)(C) 高壓籠罩時的下沉氣流屬於穩定的大氣狀態，污染物不易經由對流消散

$$\text{(D) PM}_{2.5} \text{ 顆粒沉降 1 公里所需的時間為 } \frac{10^3 \text{ m}}{10^{-3} \text{ m/s}} = 10^6 \text{ s}$$

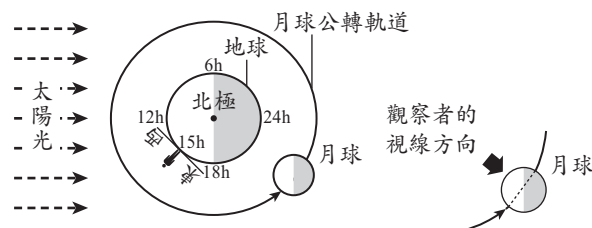
1 天有 86400 秒，故需要 10 天以上。

18. 因地球自轉方向不變，月球依然自東方升起、西方落下。另外此題假設月球公轉方向相反，但公轉速率仍是一天約  $13^\circ$  ( $360^\circ/27.3$  天)，運行示意如下圖。再考慮地球公轉太陽一天約  $1^\circ$ ，則隨著地球逆時鐘方向自轉，每天月球升起時刻和滿潮時刻都會比前一天提早約  $14^\circ$  的自轉時間，約 56 分鐘，且各地潮汐均會受到影響。



19. (A) 該次海嘯是因岩石和冰塊落入阿拉斯加利圖亞灣而引起
- (B) 海嘯波抵達淺海區域時，因水深變淺而波速變慢，波高因而迅速升高
- (C) 500 多公尺的浪高是因為近岸的波高增加，而非直接由岩石、冰塊掉落激起的高度
- (D) 開放大洋的水深變化較海灣不明顯，海嘯浪高和溯上高度也會較小
- (E) 海嘯波屬於淺水波，波速與水深有關，往深海區傳播，速度會較淺水區快。

20. 地球上的觀察者看到月球升起時刻，應位於下圖（左）所示位置，即下午 3 點左右。（因圖形未按比例繪製，須以東方地平線延伸至遠方的概念加以理解）。所見月相可參考下圖（右），黑色箭頭代表觀察者的視線方向，虛線代表可見月相的部分，即亮面多於暗面，為盈凸月，故選(C)。



21. (A) ○ (B) ×；金屬空瓶為「密閉」容器，瓶內氣體的分子數「不會」改變
- (C) × (D) ○；平均動能  $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT \propto T$ ，故溫度愈高，氣體分子的平均動能愈大
- (E) ×；總動能  $\bar{E}_{\text{total}} = \frac{3}{2}nRT \propto T$ ，故溫度愈高，氣體分子的總動能愈大。
22. (A) ×；摩擦力、正向力的來源都是「電磁力」
- (B) ○；原子核中質子之間的靜電排斥力，必須由強作用力克服而形成原子核
- (C) ○；弱作用力引起的為  $\beta$  衰變：  
反應式為  $^1_0\text{n} \longrightarrow ^1_1\text{p} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$
- (D) ×；弱作用力引起的  $\beta$  衰變的衰變機制與強作用力「無關」
- (E) ○；強作用力的作用範圍  $< 10^{-15}$  (m)，約與原子核的大小相當，弱作用力的作用範圍  $< 10^{-18}$  (m)



- 23.(A)×；聲速  $v = 331 + 0.6t$ ，若空氣的狀態（溫度）相同，聲速就相同  
 (B)×(C)○；凡是波動，只要發生的條件成立，即可發生繞射、干涉的現象  
 (D)×； $\lambda = \frac{v}{f} \propto \frac{1}{f}$ ，「徵」音的頻率 > 「角」音的頻率  
 $\Rightarrow$  「徵」音的波長 < 「角」音的波長  
 (E)○； $\lambda = \frac{v}{f} \propto \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_{羽}}{\lambda_{角}} = \frac{f_{角}}{f_{羽}} \Rightarrow \frac{\lambda_{羽}}{103} = \frac{330}{440}$   
 $\Rightarrow \lambda_{羽} = 103 \times \frac{3}{4} = 77.25 \text{ (cm)} \approx 77.3 \text{ (cm)}$

24. 碳水化合物即為醣類，包括單醣、雙醣與多醣。

- (A) 麵粉的主成分為澱粉，屬於多醣類  
 (B) 棕櫚油屬於脂質的中性脂類  
 (C) 蔗糖屬於雙醣類  
 (D) 味精是一種胺基酸的衍生物  
 (E) 大豆卵磷脂屬於脂質的磷脂類。

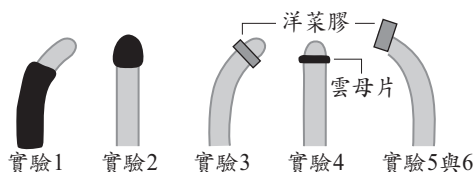
25. 圖為單子葉植物根的橫切面。

- (A) 此植物為單子葉植物，葉片應為平行脈  
 (B) 甲為皮層，功能為儲存養分  
 (C) 乙為木質部的導管，可運送無機鹽類與水分  
 (D) 丙為內皮，具不透水的細胞壁，可調控水分與礦物質的運輸，與根壓的形成有關  
 (E) 是植物根部的橫切面。

26. 圖的虛線以上為腎皮質，虛線以下為腎髓質。

- (A) V 是絲球體，屬於微血管團，連接入球與出球小動脈  
 (B) W 為鮑氏囊，進行過濾作用  
 (C) X 是近曲小管，位於腎皮質，而集尿管連接腎盂  
 (E) Z 處為遠曲小管，可進行分泌氫離子作用。

27. 由實驗結果可知：頂芽會產生生長素往下運送至芽鞘，促進芽鞘生長。若芽鞘的生長素分布不均勻就會引發向光性。表 2 的實驗以下圖簡要表示：

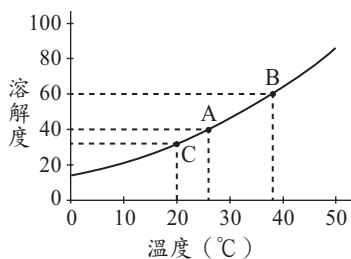


- (A) 因生長素無法穿過雲母，生長素就無法多運送至背光面，導致芽鞘的向光面與背光面的生長素分布相似，所以無向光性表現  
 (B) 實驗 5 若改在光照環境下進行所得結果可能相同，也可能不同。若照光均勻或光源在左側，結果相同；若光源在右側，生長素會移向左邊，導致向右生長的不同結果  
 (C) 實驗 6 中若將洋菜膠塊置於中間，芽鞘的生長素分布相似，故不會彎曲  
 (E) 因光照會影響向光性，故頂芽細胞應具感光能力。  
 28.(A) 因  $X_1 \sim X_n$  輸入至 Y，故相當於 Y 的樹突突  
 (D) M 為人工神經元 Y 之輸出，相當於神經細胞之軸突  
 (E) Z 為動作，相當於神經系統的動器。

- 29.(A) 烴類的密度都比水小，液化石油氣與天然氣主要都是烴類，故密度皆比水小  
 (B) 烴類的碳數愈多，沸點愈高，所以丙烷的沸點比丁烷低。若液化石油氣含丙烷之比例愈高，也就是丁烷之比例愈低，沸點應該愈低  
 (C) 常溫常壓下，1~4 個碳的烴類是氣體，故甲烷、丙烷與丁烷皆為氣體  
 (D) C 與 H 燃燒均放熱，相同莫耳數的燃料，若含有愈多的 C 與 H，放熱愈多。每莫耳烴類燃燒放熱大小順序為：甲烷 < 乙烷 < 丙烷 < 丁烷。故液化石油氣燃燒時所釋出的能量較天然氣多  
 (E) 甲烷 ( $\text{CH}_4$ )、丙烷 ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )、丁烷 ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) 分子中 C 與 H 原子數比為 (1:4)、(3:8)、(4:10)，相當於 (1:4)、(1:2.7)、(1:2.5)，可看出含 H 比例愈來愈低，相對地，含碳的重量百分率愈來愈高。  
 30.(A) 混合物中各成分物質對濾紙之吸附力愈大，對展開液的吸附力愈小，愈不易移動，愈靠近 X 端。反之若對濾紙之吸附力愈小，對展開液的吸附力愈大，愈易隨展開液移動，最後會愈靠近 Y 端，如此可達到分離混合物的效果  
 (B) 只能輕點，不可超過 1 秒，否則樣品量過多，無法明確分離  
 (C) 展開液需保持在 X 處橫線之下，不可接觸到 Z 點的樣品溶液，否則樣品溶液會溶入下方的展開液中  
 (D) 以展開液為準，當展開液到達 Y 處之細線，表示展開液即將超過濾紙，此時需立即停止展開  
 (E) 展開液組成改變，樣品成分物質對展開液的吸附力跟著改變，分離效果也會改變。  
 31. 根據鉛蓄電池反應式：  

$$\text{Pb}_{(s)} + \text{PbO}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \longrightarrow 2\text{PbSO}_{4(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$$
 (A)(B) 放電時，陽極的 Pb 變成  $\text{PbSO}_4$ ，陰極的  $\text{PbO}_2$  也變成  $\text{PbSO}_4$ ，重量均增加  
 (C) 放電過程硫酸被消耗，故濃度會降低  
 (D) 充電時， $\text{PbSO}_4$  變回 Pb 與  $\text{PbO}_2$ ，被還原與被氧化都是  $\text{PbSO}_4$ ，所以氧化劑和還原劑都是  $\text{PbSO}_4$   
 (E) 鉛蓄電池含鉛，屬於重金屬，應回收以避免汙染環境。  
 32. 本題須注意丙、丁兩支吸收管的順序，因為氫氧化鈉不但會吸收二氧化碳，還會吸收水。為了分別計算產物的水量與二氧化碳量，要將過氧酸鎂置於前方先吸收水，剩下的二氧化碳再由後方的氫氧化鈉吸收。  
 (A) 甲處的有機樣品若燃燒不完全，在經過乙處的氧化銅時，可以被完全氧化  
 (B) 氧化銅提供氧，使有機樣品完全氧化成二氧化碳和水，當氧化劑  
 (C) 吸收水的過氧酸鎂應放在前方，故應放於丙處  
 (D) 吸收二氧化碳的氫氧化鈉應放在後方，故應放於丁處  
 (E) 本裝置另外提供燃燒所需的氧氣，氧元素來源很多，故無法從產物推估樣品中的含氧量。樣品含氧量須利用樣品總重扣掉碳重和氫重求得。

33. 從圖 A 點得知，在 26°C 時，硝酸鉀的溶解度為 40 g  $\text{KNO}_3/100 \text{ g}$  水。



- (A)  $\frac{40}{100} = \frac{x}{50}$ ,  $x = 20$  克，飽和液中每 50 公克水溶解 20 g  $\text{KNO}_3$ ，故尚有  $30 - 20 = 10$  公克的硝酸鉀未溶解
- (B)  $\frac{40}{100} = \frac{10}{y}$ ,  $y = 25$  克，剩下 10 克硝酸鉀要完全溶解需再加入 25 公克水
- (C) 硝酸鉀溶解度是指每 100 克的水可以溶解多少克的硝酸鉀，與水量無關
- (D) 從圖 B 點得知加熱至 38°C 時，硝酸鉀的溶解度為 60 g  $\text{KNO}_3/100 \text{ g}$  水。飽和液中每 50 公克水可以溶解 30 g  $\text{KNO}_3$ ，故硝酸鉀剛好可完全溶解達飽和
- (E) 從圖 C 點得知降溫至 20°C 時，硝酸鉀的溶解度為 32 g  $\text{KNO}_3/100 \text{ g}$  水。 $\frac{32}{100} = \frac{z}{50}$ ,  $z = 16$  克，表示 50 克的水可溶解 16 克，故應再析出硝酸鉀  $20 - 16 = 4$  克
34. 設元素 R 和 Q 的原子量分別為  $M$  與  $N$ ，已知甲為  $\text{R}_2\text{Q}_6$

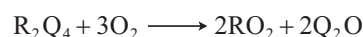
$$\Rightarrow \text{R 與 Q 的原子數比 } 2 : 6 = \frac{80\%}{M} : \frac{20\%}{N}$$

$$\Rightarrow M : N = 12 : 1$$

代入乙中，得乙化合物 R 與 Q 的原子數比

$$\frac{1.2}{12} : \frac{1.4 - 1.2}{1} = 1 : 2 \Rightarrow \text{乙的簡式為 } \text{RQ}_2$$

故乙的分子式為  $\text{R}_2\text{Q}_4$ ，平衡燃燒反應式如下：



$$\text{故 } a = 4, x = 3, y = 2, z = 2, x + y + z = 7$$

### 三、綜合題

35. (甲) 重力：牛頓  
(乙) 物質波：德布羅意  
(丙) 電磁感應：法拉第  
(丁) 庫侖定律：庫侖  
(戊) 光電效應：愛因斯坦  
故選(B)
36. (甲) 發現單細胞生物和細菌：雷文霍克  
(乙) 發現多細胞生物之細胞：虎克觀察軟木塞，並命名細胞  
(丙) 動物體皆由細胞組成：許旺  
(丁) 說明目前之物種由前一物種分歧而來：達爾文的天擇說提出共祖的概念  
(戊) 證實生物體之性狀由親代傳至子代，等位基因不變，基因型則有時不同：孟德爾。

### 37.【物理】

速率  $v = \frac{\text{路徑長}(S)}{\text{時間}(t)}$ ，由圖 11 知颱風行進的路徑長，

先「降低」再「升高」，故選(D)

### 【地科】

颱風中心路徑的每一標示點間隔皆為 6 小時，兩點相距愈遠代表移動速度愈快，愈近則代表愈慢。

38. 甲地位於颱風中心，是微弱下沉氣流的穩定環境，風速小。乙地接近中心，應位在颱風暴風圈內，是三處中風速最大的地點。丙地應在暴風圈外，風速小於 17.2 m/s。

$$39. \frac{n}{N} \propto \frac{A}{V} = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} \propto \frac{1}{r}$$

$$\frac{\text{半徑 } 100.0 \text{ nm 實心鐵球 } \frac{n}{N} \text{ 值}}{\text{半徑 } 1.0 \text{ cm 實心鐵球 } \frac{n}{N} \text{ 值}} = \frac{\frac{1}{100 \times 10^{-9} \text{ m}}}{\frac{1}{10^{-2} \text{ m}}}$$

$$= \frac{10^{-2}}{10^{-7}} = 10^5 \text{ (倍)}$$

40. (A)(B)(C) 由題目敘述可知，船跡雲較亮是因為船舶煙囪排放許多小顆粒污染物，而產生更多的小雲滴顆粒反射陽光

(D) 雲滴顆粒的  $A/V$  比值隨雲滴體積變小而增大

(E) 如同船舶的船跡雲成因，人類活動排放小顆粒污染物也可以增加小雲滴顆粒，增加雲的陽光反射。

### 第貳部分

41. 氧化時，氧化數增加，還原時，氧化數減少。計算各種狀態中 N 的氧化數，即可判斷是氧化或還原。

【規則】多數化合物中 H 為 +1，氧為 -2，且各原子氧化數總和必等於電荷數。

|      |   |       |       |
|------|---|-------|-------|
| (A)甲 | $\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3 \longrightarrow \overset{-3}{\text{N}}\text{H}_4^+$   | 氧化數不變 | 非氧化還原 |
| (B)乙 | $\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_4^+ \longrightarrow \overset{+3}{\text{N}}\text{O}_2^-$ | 氧化數增加 | 氧化    |
| (C)丙 | $\overset{+3}{\text{N}}\text{O}_2^- \longrightarrow \overset{+5}{\text{N}}\text{O}_3^-$ | 氧化數增加 | 氧化    |
| (D)丁 | $\overset{+3}{\text{N}}\text{O}_2^- \longrightarrow \overset{0}{\text{N}}_2$            | 氧化數減少 | 還原    |
| (E)戊 | $\overset{0}{\text{N}}_2 \longrightarrow \overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3$              | 氧化數減少 | 還原    |

42. 甲：溶於水，乙、丙：硝化作用（氧化），丁：脫氮作用（還原），戊：固氮作用（還原）。

(A) 根瘤菌可進行固氮作用（戊），菌根是真菌與植物根的共生構造，與氮循環無關

(B) 具固氮能力的生物：土壤的單棲固氮菌、根瘤菌與藍綠菌

(C) 氮化作用是指分解者將生物體的含氮物質分解並釋出  $\text{NH}_3$  的過程， $\text{N}_2$  轉化為  $\text{NH}_3$  是固氮作用。

43. (A) 測站 6、7 往東南方移動

(B) 測站 6 以較快的速度往東南方移動，與測站 7 的距離加大，以伸張變形為主



- (C)測站 4 與測站 5 都往西北方移動，但測站 4 速度較快，與測站 5 的距離減小，以壓縮變形為主  
 (D)測站 2 與測站 3 都往西北方移動，但測站 2 速度較快，與測站 3 的距離減小，以壓縮變形為主  
 (E)臺灣地區東部的位移明顯大於西部的位移，並不一致。

$$44. \text{應變率} = \frac{\text{兩測站速率差值}}{\text{兩測站距離}} = \frac{8 \text{ cm/yr}}{250 \text{ km}}$$

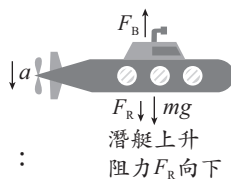
$$= \frac{8 \text{ cm}}{3.15 \times 10^7 \text{ s} \times 2.5 \times 10^7 \text{ cm}} \approx 10^{-14} / \text{s}$$

45. PP' 路線上，由西向東依序經過背斜軸甲、逆斷層（鋸齒於東側代表斷層面向東下傾）與向斜軸戊，選項(A)的剖面圖符合此一特徵。  
 46. 未倒轉的背斜軸部，拱起的中央位置有利於油氣向上移動而集中。此外，斷層錯動也可能使兩側地層位移後形成封閉岩層區域，兩者都屬於構造封閉的儲油條件。  
 47. 位於地面甲處的未飽和空氣塊（氣溫 30°C、露點 22°C）上升 1 公里後，氣溫降至 20°C，露點也降為 20°C，此時空氣塊達到飽和。接著繼續上升到山頂乙處，氣溫再降低 5°C，達到 15°C。當空氣塊於背風面開始沉降，因體積壓縮而增溫，空氣塊也回到未飽和狀態，下沉 2 公里回到地面丙處時，氣溫會上升至 35°C。  
 48. 垂直穩定度高的水體應為上層密度較小，故表層水溫較高或鹽度較低者符合此一條件。又根據溫鹽圖資料，10°C 與 20°C 的水密度約相差 2 kg/m<sup>3</sup>（假設鹽度相同），25% 與 35% 的水密度約相差 8 kg/m<sup>3</sup>（假設溫度相同）。因此鹽度造成的密度差異較為明顯，故選(E)。  
 49. 地中海的海水鹽度高於大西洋，故 S<sub>2</sub> > S<sub>1</sub>  
 同時要維持地中海的海水體積不變，代表「入流量 Q<sub>1</sub> = 出流量 Q<sub>2</sub> + 淨蒸發」  
 故 Q<sub>1</sub> > Q<sub>2</sub>。

$$50. \Sigma F = ma$$

$$(mg + F_R) - F_B = ma$$

$$\Rightarrow F_B - F_R = mg - ma < mg$$



$$51. \text{①克卜勒行星第三定律} \left( \frac{a^3}{T^2} = \text{定值} \right) :$$

$$\frac{(R_{\text{同步衛星}})^3}{24^2} = \frac{(R_{\text{新衛星}})^3}{3^2} \Rightarrow \left( \frac{R_{\text{同步衛星}}}{R_{\text{新衛星}}} \right)^3 = \left( \frac{24}{3} \right)^2$$

$$\Rightarrow \left( \frac{R_{\text{同步衛星}}}{R_{\text{新衛星}}} \right)^3 = (2^3)^2 \Rightarrow \frac{R_{\text{同步衛星}}}{R_{\text{新衛星}}} = 2^2 = 4$$

$$\text{②萬有引力定律} \left( F = \frac{GMm}{R^2} \propto \frac{1}{R^2} \right) :$$

$$\frac{F_{\text{新衛星}}}{F_{\text{同步衛星}}} = \left( \frac{R_{\text{同步衛星}}}{R_{\text{新衛星}}} \right)^2 = 4^2 = 16$$

52. 文章中的關鍵句「不但可讓入射光線在元件內部的『移動距離增長』，並且可使元件『吸收幾乎全部波段』的日光」，故選(B)(D)。  
 53. 氫原子的直徑約為 1 (Å) = 1 × 10<sup>-10</sup> (m)

$$1 \text{ (nm)} = 1 \times 10^{-9} \text{ (m)}$$

$$\text{倍數} = \frac{150 \times 10^{-9} \sim 250 \times 10^{-9}}{1 \times 10^{-10}} = 1500 \sim 2500, \text{ 故選(D).}$$

54. (C)水的重力位能轉換成動能，再由水的動能推動發電機轉換成電能。

55. 水由 V (體積) = A (面積) × h (高度)，假設面積改變不大， $\Delta V = A \times \Delta h$

$$A = \frac{\Delta V}{\Delta h} = \frac{(1264 - 1217) \times 10^6}{250 - 245} = \frac{47 \times 10^6}{5} = 9.4 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$= 9.4 \text{ (百萬平方公尺)}$$

56. 依題意  $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\rho \Delta V}{\Delta t} = \rho \times \frac{\Delta V}{\Delta t}$ ，其中  $\frac{\Delta V}{\Delta t} = 30 \text{ m}^3 / \text{s}$

$$\text{水的密度 } \rho = 1.0 \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{功率 } P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta U \times 25\%}{\Delta t} = \frac{(\Delta m \times g \times \Delta h) \times 25\%}{\Delta t}$$

$$= \frac{\Delta m}{\Delta t} \times g \times \Delta h \times 25\% = \rho \times \frac{\Delta V}{\Delta t} \times g \times \Delta h \times 25\%$$

$$= 1000 \times 30 \times 10 \times (160) \times 0.25 = 12 \text{ (MW)}$$

57. 甲子代有 2 種表現型，比例為 3 : 1。推論為單基因遺傳，且為顯性遺傳。親代 Aa × Aa → 子代 AA (表現型 I) : Aa (表現型 II) : aa (表現型 III) = 1 : 2 : 1

- 乙子代有 3 種表現型，比例為 1 : 2 : 1。推論為單基因遺傳，且為中間型遺傳。親代 Aa × Aa → 子代 AA (表現型 I) : Aa (表現型 II) : aa (表現型 III) = 1 : 2 : 1

58. DNA 的兩股多核苷酸鏈間藉由含氮鹼基形成氫鍵而相結合，其中含氮鹼基的配對原則：A 配 T，G 配 C。故其中一股的 A 鹼基百分率必等於另一股 T 鹼基百分率。

59. 洋蔥根尖細胞可進行細胞分裂，圖中依 DNA 含量可分為 2 群細胞：100 與 200。100 為尚未進行細胞分裂的細胞，200 為正在進行細胞分裂的細胞，因 DNA 已複製導致含量倍增。未細胞分裂的洋蔥根尖細胞染色體套數為 2N，DNA 含量為 100，故 1N = 50。洋蔥種子的胚乳是由 2 個極核 (N + N) 與 1 個精核 (N) 受精後發育的構造，染色體套數為 3N，故 DNA 含量為 50 × 3 = 150

60. 古菌與真核生物的親緣關係較古菌與真細菌的親緣關係近。證據：古菌與真核生物的染色體構造均具有組織蛋白及核小體，但真細菌無這些構造。

61. (A)榕樹、蕨類：片利共生關係，蕨類因附生在榕樹上，比在地上更易接收陽光而獲得好處，榕樹在此關係沒有好處，也沒有害處

- (B)豆科植物、根瘤菌：互利共生關係，前者行光合作用提供碳源，後者行固氮作用提供氮源

- (C)地衣中的藍綠菌、真菌：互利共生關係，前者行光合作用提供碳源，後者藉由菌絲吸收並提供水與礦物質

- (D)珊瑚礁的珊瑚蟲、藻類：互利共生關係，前者提供棲所，後者行光合作用提供碳源

- (E)北美的山貓、雪靴兔：掠食關係。

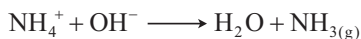
62. (A) X 區為潮間帶，附着性生物仍可生存於此環境

- (B) Y 為沿岸區，陽光充足，初級生產力高，易形成漁場

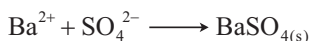
- (C) Z 為遠洋區，底部黑暗但仍有生物存在

- (D) L 層的 Z 區陽光充足，但因離岸遠，營養鹽較少，故初級生產力仍小於 Y 區。

63. ①含銨根的溶液遇到鹼會產生刺激臭味的氨氣：

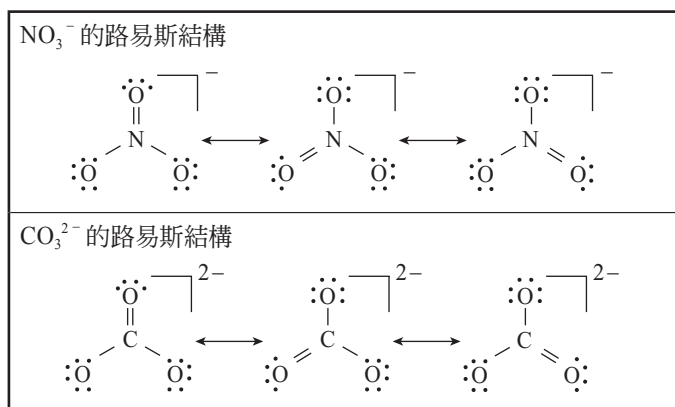


②含硫酸根的溶液遇到鋇離子溶液會產生白色沉澱：



(D)氫氧化鋇溶液同時具有上述兩種特性，與三種未知溶液的反應產生不同的反應現象：氫氧化鋇溶液與氯化鈉無反應，與硫酸鉀生成白色沉澱，與硝酸銨生成有臭味的氨氣。

64.  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  的價電子總數相同，外圍同樣 3 個 O 原子，所以路易斯結構相同，均為  $1\frac{1}{3}$  鍵的共振結構，如下圖：



(A)均為  $1\frac{1}{3}$  鍵

(B)均滿足八隅體規則

(C)中心原子都沒有孤對電子

(D)外圍的 3 個 O 原子總共都有 8 對孤對電子

(E)  $\text{NO}_3^-$  總電子數 =  $7 + 8 \times 3 + 1 = 32$  個

$\text{CO}_3^{2-}$  總電子數 =  $6 + 8 \times 3 + 2 = 32$  個

| 有機物種類 | 最簡單成員之分子式                     | 碳原子數 |
|-------|-------------------------------|------|
| 烷     | $\text{CH}_4$ 甲烷              | 1    |
| 烯     | $\text{C}_2\text{H}_4$ 乙烯     | 2    |
| 醇     | $\text{CH}_3\text{OH}$ 甲醇     | 1    |
| 醛     | $\text{HCHO}$ 甲醛              | 1    |
| 酮     | $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 丙酮 | 3    |
| 酯     | $\text{HCOOCH}_3$ 甲酸甲酯        | 2    |
| 羧酸    | $\text{HCOOH}$ 甲酸             | 1    |
| 醯胺    | $\text{HCOONH}_2$ 甲醯胺         | 1    |

只有乙烯、甲酸甲酯兩類符合。

66. 【化學】

從結構式可知，草甘膦的組成元素有 C、H、O、N、P 五種

(A)胺基酸有胺基，除了 C、H、O 以外，還有 N

(B)(E)屬於醣類，組成元素均只有 C、H、O

(C)核苷酸包含核糖、含氮鹼基與磷酸三部分，核糖含有 C、H、O，鹼基含 N，磷酸含 P，組成元素包含 C、H、O、N、P 五種，與草甘膦相同

(D)脂肪酸有碳鏈和  $-\text{COOH}$  基，組成元素只有 C、H、O。

【生物】

由圖 24 的化學式可知草甘膦組成元素有：C、H、O、N、P。

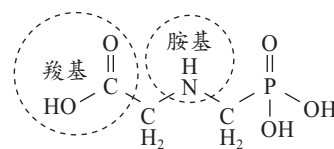
(A)胺基酸的組成元素：C、H、O、N

(B)葡萄糖的組成元素：C、H、O

(D)脂肪酸的組成元素：C、H、O

(E)蔗糖的組成元素：C、H、O。

67. 如右圖的草甘膦分子，右半部是有機磷，左半部是甘胺酸，甘胺酸中含有(B)羧基和(C)胺基，如圖中的圓圈處所示。



68. 本題是高二界面活性劑的實驗，主要的概念有：

①步驟 1：紅色油性染料可溶於石油醚中。

②步驟 2：石油醚屬於烴類，密度比水小，和水不互溶，會浮於水面上。

③步驟 3：肥皂水是界面活性劑，可使石油醚和水經過乳化作用而互溶。

④步驟 4：氯化鎂溶液（硬水）使肥皂沉澱，失去界面活性劑功能，故石油醚和水再度不互溶，回到分成二層的狀態。

(A)(B)步驟 2 中，尚未加肥皂水，試管內分成兩層，界面清楚，石油醚（含紅色染料）在上層，水在下層（無色）

(C)(D)步驟 3 中，已經加入肥皂水，試管內上下層因乳化作用使得界面不清楚，整支試管呈淡紅色

(E)步驟 4 中，因加入氯化鎂溶液使肥皂失效，故回到上層是石油醚，下層是水的分層狀態。

## 2

## 107 學年度學科能力測驗

- |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. (C)        | 2. (A)        | 3. (B)        | 4. (D)        | 5. (E)        |
| 6. (C)        | 7. (B)        | 8. (B)        | 9. (A)        | 10. (D)       |
| 11. (C)       | 12. (E)       | 13. (B)       | 14. (A)       | 15. (E)       |
| 16. (E)       | 17. (A)       | 18. (C)       | 19. (A)       | 20. (A)       |
| 21. (C)       | 22. (C)       | 23. (A)       | 24. (C)(D)    | 25. (A)(B)(E) |
| 26. (A)(D)    | 27. (A)(D)(E) | 28. (C)(D)    | 29. (B)(C)    | 30. (B)(E)    |
| 31. (A)(C)    | 32. (B)(E)    | 33. (C)(E)    | 34. (A)(C)(D) | 35. (B)(D)    |
| 36. (A)(B)(D) | 37. (E)       | 38. (B)       | 39. (A)       | 40. (A)(E)    |
| 41. (E)       | 42. (D)       | 43. (A)       | 44. (D)       | 45. (B)(C)(D) |
| 46. (A)(B)(C) | 47. (A)(E)    | 48. (A)(D)(E) | 49. (B)(E)    | 50. (C)       |
| 51. (B)(C)(E) | 52. (F)       | 53. (A)       | 54. (C)(E)    | 55. (D)       |
| 56. (C)       | 57. (A)       | 58. (E)       | 59. (E)       | 60. (A)       |
| 61. (B)(D)    | 62. (B)(D)(E) | 63. (B)       | 64. (B)       | 65. (A)(E)    |
| 66. (D)       | 67. (C)(E)    | 68. (B)(E)    |               |               |