



114學測

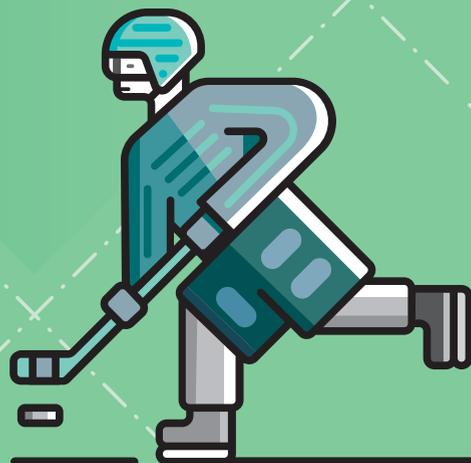
精采

解析



自然考科

- ❖ 物理：北一女中・簡麗賢 老師
- ❖ 化學：名師・宋彧 老師
- ❖ 生物：中崙高中・陳霽雲 老師
- ❖ 地球科學：名師・許殷瑋 老師
前鎮高中・劉育宏 老師



總編輯 / 李心筠

主編 / 史燕玲・鍾爾純

責編 / 徐禎璘・施玟夙・林君蔚・郭函宜 翰林官網 <https://www.hle.com.tw>

美編 / 郭慧娟・歐詩好・林家綺

出版 / 民國一十四年二月

發行所 / 702008 臺南市新樂路76號

本書內容同步刊載於翰林官網



00847-03

翰林 相信學習

物理

北一女中／簡麗賢 老師

一、前言

今（114）年大學入學的學科能力測驗自然考科依據十二年國民基本教育課程綱要「自然科領綱」命題，呼應自然科領綱中對建構科學素養的期許。這份試題的特色是取材新穎、結合時事新聞與學術研究結果，其中諾貝爾獎主題融入命題設計中，已成學測自然考科討論與矚目的焦點。

自然考科命題來源是課綱必修課程學習內容，跨科命題與融入探究實作的混合題題組，是自然科試題最顯著的特色，考驗考生學科整合與融會貫通的能力。

今年物理科題材新穎，測驗考生基礎科學知識與閱讀理解能力，例如：由 2024 年諾貝爾物理學獎主題人工智慧仿效腦部神經網路，導入 1963 年諾貝爾生理學或醫學獎主題神經細胞膜傳訊機制，考生須具備必修物理知識，還要熟悉學過的基礎概念，才能掌握得分要點。

二、114 學測試題章節分布

表一

章次	節次	試題題號	114 學年度 占分比例	113 學年度 占分比例
第 1 章 科學的態度與方法	科學的態度			3.3% ($\frac{1}{30}$)
	科學的方法			
	物理學簡介	47	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
第 2 章 物質的組成與 交互作用	物質的組成			10% ($\frac{3}{30}$)
	原子的尺度與結構			
	物質間的基本交互作用	26	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
第 3 章 物體的運動	對物體運動的描述	22	6.3% ($\frac{2}{32}$)	16.7% ($\frac{5}{30}$)
	牛頓運動定律—— 運動的原因			
	天體運動	19	6.3% ($\frac{2}{32}$)	

章次	節次	試題題號	114 學年度 占分比例	113 學年度 占分比例
第 4 章 電與磁的統一	電流的磁效應			26.7% ($\frac{8}{30}$)
	電磁感應	27	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
	電與磁的整合	23	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
	光波			
	都卜勒效應	23	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
第 5 章 能 量	功與能量的形式	20、21	12.5% ($\frac{4}{32}$)	23.3% ($\frac{7}{30}$)
	微觀尺度下的能量	48	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
	能量間的轉換與能量守恆			
	質能互換與核能			
第 6 章 量子現象	光電效應與光的粒子性	50、51	18.8% ($\frac{6}{32}$)	3.3% ($\frac{1}{30}$)
	物質波與電子的波動性	25	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
	波粒二象性			
	原子光譜	24	6.3% ($\frac{2}{32}$)	
探究與實作	—	49	6.3% ($\frac{2}{32}$)	16.7% ($\frac{5}{30}$)

註：重複題號為跨章節。

綜合本份試題統計資料，自然考科物理試題測驗內容以「電與磁的統一」、「能量」和「量子現象」最多，分配的分數也相對多，符合課綱時數的分配比例。在教學現場，必修物理內容也以「電與磁的統一」和「量子現象」需要花較多的課程時數講解與舉例，而高中生也需要利用較多的時間理解及融會貫通。

此份試題共同特徵就是透過題組題設計隱含探究與實作課程目標的題目，如閱讀圖表數據、解讀數據的意義，以及從關係圖或關係式判斷與推論物理量。

三、114 學年度學測物理試題特色與未來趨勢

本份試題強調考生須精熟學科知識，例如：第 19. 題國際太空站（簡稱 ISS）與地球同步衛星的比較，第 20.、21. 題題組有關比特幣消耗大量電能與烏山頭水庫水力發電，第 22.、23. 題題組火星探測器太空船飛行的相對運動，第 27. 題手機無線充電，皆以時事新聞或生活情境入題，測驗考生對必修物理的基礎知識；整份試題難易度統整，易：3 題、中：8 題、難：3 題，其中第 49. 題、第 50. 題較有難度。此次物理科試題對一般考生難易適中。

物理科的命題素材，兼顧必修物理課程的內容，設計閱讀理解與圖表解讀的題目，相當新穎又符合升學測驗目標。綜觀本份物理試題，可以提供物理教師教學參考，也能啟發高中生如何讀好高中物理及準備升學。

I、歸納物理科試題特色如下：

- (一) **融入探究與實作的命題**：跨科命題和融入探究實作精神的題組或混合題，成為自然科試題最顯著的特色，也是測驗考生學習學科時整合與融會貫通的能力。今年跨學科的命題形式技巧地將物理學科的觸角延伸至更多元的面向，例如第 47. ~ 49. 題題組，以 2024 年諾貝爾物理學獎主題人工智慧 AI 仿效腦部神經網路，藉由變化數據節點之間連通的強弱，再結合 1963 年諾貝爾生理學或醫學獎主題，通過神經細胞膜傳訊的機制，設計神經細胞膜電路模型示意圖，撰寫短文，設計子題，包含電學能量概念、不同溫度時的平衡電壓及探究實作解讀圖表的綜合題。
- (二) **必修物理課程內容是測驗基本題**：物理試題分配題數 14 題，一般皆安排 7 題是必修物理課程的內容，例如：今年的電子雙狹縫實驗隱含粒子波動性、物質間的基本交互作用、手機無線充電的電磁感應、電磁波的都卜勒效應、克卜勒行星運動定律、光電效應、原子能階與躍遷等，這是考生可以掌握的準備重點。
- (三) **鑑別考生閱讀理解與文字表達能力**：混合題或非選擇題是 111 學年度之後，學測試題題型最大的特色，混合題中的非選擇題設計，主要是評量考生推理、分析、歸納、作圖、表達等能力，其中作圖及表達能力是選擇題無法評量的部分。另一特色是跨科混合題，可以引導考生了解科學面臨的問題，不只侷限在某一領域，必須統整各領域的知識和技能才能找到針砭之道，解決問題。

如第 50. ~ 54. 題題組，以奈米級的二氧化鈦光觸媒材料為題材，融入導電帶與價帶之間能階差的能隙概念，測驗考生光子能量與其頻率成正比、提供電子能量可能使電子由低能階躍遷至高能階等重要科學概念。此題組命題方向呼應混合題的命題精神，鑑別考生閱讀理解與文字表達能力。

II、學測物理命題未來趨勢歸納如下：

- (一) **結合生活情境與學術研究的命題**：電流磁效應、電磁感應、都卜勒效應、克卜勒行星運動定律、光電效應、原子能階與躍遷以及能量等皆是課綱的領域內容，若能結合時事新聞與生活情境命題，會是受人讚賞的命題設計。因此未來趨勢仍會結合生活，彰顯生活中有物理，物理在生活中，而不是令人感到抽象的理論。
- (二) **閱讀理解加上先備知識的跨科命題**：為呼應課綱的科學素養及表達能力，未來命題仍會朝鑑別考生閱讀理解與文字表達能力的趨勢。自然科學的探究與實作精神融入自然考科試題中，分量雖不多卻能彰顯升學試題呼應課綱與教學，試卷中呈現探究與實驗情境，搭配圖表資料，從學科知識出發，結合題目文意與圖表分析，與自然領綱的探究與實作精神相呼應。考生在作答過程中，能反思問題，儲備跨學科能力，揭發團隊合作的重要性。

四、試題啟發教師教學與學生學習

學測是高中生另一種成年禮，不僅媒體記者採訪報導，教師受邀分析評論，莘莘學子也會因考題難易程度而喜悲形於色。升學試題品質的良窳攸關學生的學習和教師的教學，闡述如後。

I、學測物理試題對高中物理教師教學的影響，其犖犖大者如下：

- (一) **教學備課需更注意物理相關主題的時事新聞**。將生活時事素材融入教學或命題評量中，每年的諾貝爾獎物理主題即是一例。透過閱讀諾貝爾獎物理主題文章或新聞報導，可以引導學生根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境，進一步學習根據資料說明、驗證或詮釋重要科學原理。
- (二) **強調必修物理學科知識的重要性**。學測自然考科的測驗目標第一項是「測驗考生自然科學的基本知識與概念」，分成「認識、理解重要的科學名詞和定義」、「認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律」，因此精熟課綱學習內容和課本教材的知識概念，是重要的學習目標。
- (三) **提供學生更多閱讀資料及圖表解析的機會**。學測自然考科的測驗目標第二項是「測驗考生科學資料和圖表的理解能力」，分成「理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義」、「找出文本、數據、式子或圖表等資料的特性、規則或關係」、「根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納」，因此培養學生閱讀科學文章資料及分析圖表，啟發思考與理解能力是教師可以鼓勵學生的學習方向。

II、學生可依以下的方向準備自然考科物理試題：

- (一) **應著重閱讀課本的內容，認識與了解基本知識和概念**。如功與能、電磁感應、都卜勒效應、克卜勒行星運動定律、光電效應、原子能階與躍遷等。
- (二) **加強閱讀理解和圖表分析的能力**。閱讀課本、科學新聞報導與科學雜誌都是好方法。
- (三) **掌握跨科命題形式，演練文字表達**。以今年第 50. ~ 54. 題題組為例，以奈米級的二氧化鈦光觸媒材料為題材，測驗考生基礎物理知識及文字表達能力。本題測驗出處是量子現象，學習內容是「光具有粒子性，光子能量與其頻率 f 成正比」及「能階」的概念。

化 學

名 師／宋 或 老師

一、前 言

今年 114 學測邁進 108 課綱的第四屆。這次化學試題展現了以基礎概念為核心的設計理念，整體難度偏向中易，降低了學生在計算與答題上的壓力，顯示出對學生基本化學知識的要求，能夠有效檢測學生對課本概念的掌握程度，適合評估大多數學生的基本學習成果。

在第壹部分中，化學科所呈現的第一道試題即為題組（第 28、29 題），此題組為探究與實作的實驗設計，結合生活情境的素養試題，測驗考生應具備從文字敘述和圖表資料中，提取重要資訊並分析問題的能力，符合現今素養導向教育的趨勢。此外，多選題型涵蓋多個章節概念，有助於測試學生的跨章節整合能力。第貳部分的混合題同樣是兩大題組，一是化學與物理的跨學科混合題，另一則是生活常見燃料的素養試題，題組中包含的非選擇題是要求書寫化學式與反應式，考驗學生對於化學概念的表達與呈現，避免過度依賴選擇題的猜測作答。有關圖表試題的設計相對簡單，要求學生進行基本觀察即可作答，除了穩定考試當下心情外，對於訓練學生的資料解讀能力是有幫助的。

本次試題的計算量明顯減少、基本題型的比重增加，反映出考試重心從訓練複雜技巧轉向檢驗核心知識是否紮實。這樣的調整對基礎較弱的學生較為友善，但也可能減少對優秀學生的鑑別度。這次化學科試題展現出基礎試題的設計，同時適度延伸至選修化學範疇的特點，即便部分試題涵蓋超出必修課程的範圍，從題目敘述所提供的線索，即可憑藉邏輯推理與基礎知識來進行作答，顯示出試題設計的用心與引導性。

總體而言，今年試題回歸基本面但擴及多面向的課程概念，對於課程知識熟悉度與連貫性不足的學生而言，作答可能有一定的難度。建議學生在應試時，不妨活用高二、高三選修化學的概念內容，相信可增加應試時的靈活度與準確性。

二、試題題型與配分

本次 114 年學測自然考科試題分成兩大部分，第壹部分選擇題占 72 分，第貳部分混合題或非選擇題，占 56 分。今年的自然科試卷的總題數為 57 題，其中化學科試題共 15 題，較去年增加 1 題，但整體分數仍然相同，且在第壹部分的多選題與第貳部分的非選擇題，這兩大題型的題數明顯較去年增加。在第壹部分的試題中，化學科單選題 3 題（占 6 分）、多選題 6 題（占 12 分）；第貳部分試題為兩大題組，一為化學與物理的跨學科試題，另一則是純化學科的情境素養試題，且兩大題組主要以多選與非選擇題型混合呈現。在第貳部分中，單選題 1 題（占 2 分）、多選題 2 題（占 4 分）、非選題 3 題（占 8 分），整份試卷的化學科試題共計 32 分。化學科試題、題型及配分分列如下表一。

▼表一 114 年學測自然考科化學試題題型、題號及配分分析表

試題內容	題 型	題 號	配 分
第壹部分	單選題	32、34、36	6 分
	多選題	28、29、30、31、33、35	12 分

試題內容	題 型	題 號	配 分
第貳部分	單選題	55	2 分
	多選題	52、57	4 分
	非選擇題	53、54、56	8 分

三、章節出處與配分

114 年學測自然考科的化學試題，其主要概念分落在必修化學各章節，只是明顯較偏重於混合物分離、化學式與反應式以及有機化合物等方面。單選試題多以單一概念為主，只要觀念確實、計算仔細即可輕鬆作答；此外，這次考試的題型偏重多選題型，使得有些試題在五個選項中，幾乎個個都是獨立章節概念的入題，成為跨章節多面向的評量試題，以第 31 題為例，其選項分落在三大章、五小節，強調考生應以多元角度來思考事件或事物的本質才得以融會貫通。今年的化學試題較偏重於情境素養，且非選擇手寫試題的比例增加，強調考生應培養閱讀理解、分析之能力，並多動手練習書寫化學式與反應式等。本次學測化學科試題在化學（全）之試題出處與配分整理並分析於下表二中（說明：表二中藍色數字為跨章節試題的題號，該試題在其他章節重複出現則不再計分）。

▼表二 114 年學測自然考科化學試題出處與配分表

分 類	章 次	節 次	題 號	配 分
化 學 (全)	第 1 章 物質的分類與組成	1-1 物質的分類、分離及狀態	29、30、31	6
		1-2 化學的基本定律與莫耳	55	
		1-3 原子結構與元素週期表	35、52	
		1-4 物質的化學鍵、構造及特性	30、31	
	第 2 章 化學式與化學計量	2-1 化學式與百分組成	32、56(a)	4
		2-2 化學反應式	32、35、54、57	2
		2-3 化學計量	36、57	4
		2-4 化學反應中的能量變化	31、52、55、57	2
	第 3 章 溶液與常見的化學反應	3-1 溶液的種類與特性	31	
		3-2 溶解度	34	2
		3-3 酸鹼反應	29、31	
		3-4 氧化還原反應	35、52	4
	第 4 章 生活化學	4-1 生活中常見的有機物質	28、33、35	4
4-2 科學與人文				
4-3 資源與永續發展				
分 類	細 項	說 明	題 號	配 分
	發現問題	觀察現象		
		蒐集資訊		
		形成或訂定問題		
		提出可驗證的觀點		

分類	細項	說明	題號	配分
探究與實作試題	規劃與研究	尋找變因或條件		
		擬定研究計畫		
		收集資料數據		
	論證與建模	分析資料和呈現證據	28、29、53	
		解釋和推理	29	
		提出結論或解決方案	53	2
		建立模型		
	表達與分享	表達與溝通		
		合作與討論		
評價與省思				
分類	試題內容	說明	題號	配分
情境素養試題	第壹部分	資料分析；理解推論	28、29、35	
	第貳部分	資料分析；理解推論	53、54、55	
		概念理解列式計算	55、56(b)	2

- (一) 第壹部分的典型化學基礎試題分落在必修各章節，約占 25%，如第 30 題物質的純化與分離、第 31 題的化學反應、第 32 題的化學式與百分組成，以及第 33 題常見的有機化合物，其中第 31 題為多選試題，其五個選項分屬不同章節的概念，包括酸鹼反應、溶液的種類與特性、物質的構造與性質、物質的分類與分離，以及化學反應中的能量變化。其他試題則為探究與實作結合素養導向的題組，評量考生在基礎知識與理解分析的統合與應用。
- (二) 第貳部分的化學科試題，皆以閱讀題組為模板。奈米光觸媒的設定跨學科式融入材料功能與反應特性，讓考生可運用高中物理與化學的概念即可解題；生活常見燃料的熱化學反應，貼近生活層面也評量科學運算、邏輯思維的鑑別度，學生必須理解題意、循序應對。

四、部分試題思辨討論

今年學測化學科試題與去年相比，在題目性質與題意敘述上呈現明顯差異。今年的試題更傾向於評量基礎知識，整體設計回歸核心概念，缺少創新性與新意。部分試題的敘述方式可能導致學生在作答時感到困惑，以下針對相關情況進行敘述：

- (一) 第 28、29 題組屬於探究與實作的實驗設計題，透過吸光度的量測來確定溶液中物質的含量。此題整合了分光光度計的實驗檢測、有機物的溶解性、萃取方法的應用以及實驗設計的評估，展現出多元的學科素養。然而，在第 29 題的實驗條件探討中，題目所提供的數據資料較為有限，且敘述中未能明確說明萃取過程中苦味物質的溶解程度，可能導致考生在判斷各選項的實驗設計敘述是否正確時，面臨合理性不足或條件不充分的困難。由於資訊不足，考生可能難以精確判斷，只能依靠刪去法來確定應選的選項數量。

(二) 第 30 題聚焦於物質的純化與分離，其中選項提到的「再結晶」方法，由於該分離方法未被納入課綱範疇，大多數學生可能對此方法完全不熟悉，或僅有模糊的概念。因此，在缺乏相關基礎知識的情況下，學生可能感到困惑且只能勉強作答。此外，(B) 選項將硫酸鈉與硫酸銅兩種不同化合物混為一談。此兩物質本質上屬於不同的化學物質，彼此間不存在置換或反應的可能性，這樣的描述可能是化合物名稱錯置或敘述不當等情況。

五、應考準備方向

今年學測的化學科試題明顯不同於以往，整體設計更聚焦於核心概念的評量，相較於去年的試題，少了一些創新與突破。在圖表類型的試題上，數量也有所減少，從去年的 9 題減至今年的 7 題。此外，需要數據處理的試題設計中規中矩，只要掌握必修化學課程的基礎概念，大多數學生應能輕鬆應對。題組式的情境素養試題成為本次考題的亮點，特別是關於奈米材料的功能與相關反應，突顯新興材料在物性與化性上的特徵，並展示其作為科學研究與化學反應應用基礎的潛力。然而，由於這類題目相對新穎，可能會讓部分考生感到陌生甚至緊張。考生需要先紮實掌握化學基本概念，並具備分析、統整及釐清題意的能力，才能更有效地進行解題。

值得注意的是，今年試題的涵蓋範圍更加廣泛，命題內容不僅涉及有機化合物，還延伸至選修化學的課程範疇。對於僅專攻或精讀高一課程的考生而言，可能較難準確判讀題意。因此，建議學生在高二與高三階段認真學習選修化學課程，將這些進階知識運用於閱讀與解題過程中，這不僅能提高作答的正確性，也能有效提升應試的效率。

六、結語

108 課綱實施的第四屆，整體自然考科的試題涵蓋圖表、跨學科、探究與實作等試題，這些都是典型必考題型，同時也強調情境入題的閱讀素養，闡明且呼應課綱的核心精神。

綜觀今年學測化學科試題的設計，整體命題更注重基礎概念的評量，雖然創新性較去年略顯不足，但仍能透過多元題型如情境素養試題、探究與實作試題等，測試學生的基礎知識與綜合應用能力。然而，部分試題在敘述或條件設定上存在不夠明確的地方，可能增加學生的作答壓力與不確定感，這是教師在日後命題時可以注意的細節。

對於教師而言，這次試題回歸基礎，可提醒學生要紮實地練好基本功，且引導學生建立跨章節整合的能力。同時，也可在複習評量中適度融入選修化學的內容，培養學生的分析與綜合能力，讓學生融合基礎與進階概念的認知，提升應試時的自信心與適應力。針對探究與實作的題型，教師也可加強學生的實驗設計與數據分析能力，提升其面對情境設計或是素養問題的應對技巧。

對於考生而言，學習化學不僅是為了應對考試，更是為了培養科學素養與邏輯思維能力。即便試題中有不熟悉或超出課程範圍的部分，只要紮實掌握基礎知識，並養成分析題意、整合資訊的能力，就能在學習與考試中穩健前行。化學學習的過程雖然可能充滿挑戰，但更多是探究自然與科技奧秘的探索累積，希望學生都能保持熱情與好奇心，持續精進自我。

生物

中崙高中／陳霽雲 老師

一、生物試題與學測自然科測驗目標的對應

114年學測生物科試題共15題（第47~49題則為物理科試題結合神經細胞構造）。圖表判讀與繪製的科學素養題有3題（第37~39題），圖意判斷與應用的題目有2題（第7、8題，演化樹），剩下的多為測驗生物（全）課程內容的熟習程度。學生須將課程章節交代的重點詳細理解外，也需要舉一反三，思考課文內容可能未完全提及但可聯想判斷的知識，例如：第1題減數分裂是否僅限於多細胞生物？第4題孟德爾的遺傳法則能否適用於不是完全顯性的遺傳？自然與探究實作課程累積的科學能力能否適當發揮也依然重要，才能在作圖區繪製正確的平滑曲線圖。令人有點意外的是相較於去年，今年的科學素養題在生物科比重較輕，如果能確實融會貫通生物（全）的學習內容並反覆練習，理應可在此次大考獲得不錯的收穫。

目標	說明	細目	題號
一、測驗考生自然科學的基本知識與概念	1. 測驗考生對教材中所學習到的知識與概念，能知道、理解並內化為有效的資訊 2. 包括重要術語、基本事實、處理事務的程序、科學法則或理論的要義、科學史的發展以及學科知識之間的連結	1a. 認識、理解重要的科學名詞和定義	1、5、33
		1b. 認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律	2、4
		1c. 認識、理解各階段科學的進展	4
		1d. 認識、理解學科間共通的原理	33
二、測驗考生科學資料和圖表的理解能力	1. 測驗考生理解、整理及判讀科學資料和圖表的能力 2. 考生能夠理解或利用已知的事實與原理法則以解釋資料，例如：能將資料轉換成另一種表達的形式，並說明資料的意義，即是此項能力的一種表現	2a. 理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義	2、7、8、37~39
		2b. 找出文本、數據、式子或圖表等資料的特性、規則或關係	38
		2c. 根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納	7、8、37~39
三、測驗考生自然科學知識的應用能力	1. 測驗考生應用所學與邏輯推理，對科學方面的學習融會貫通後，進而具有舉一反三的能力 2. 考生能將所學過的原則、方法、概念、原理、定律及理論，運用到不同的情境中，並依據程序步驟解決問題	3a. 選用適當的資料解決問題	37~39、43
		3b. 根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境	4、7、8
		3c. 根據觀察現象或前導實驗結果提出假設，設計實驗以驗證假設	37~39、42
		3d. 應用科學定律、模型，評論探究過程或實驗架構	4

目 標	說 明	細 目	題 號
四、測驗考生自然科學的分析與歸納能力	測驗考生能根據科學原理、原則，分析與歸納事物間的關係，並建立其組成間或與整體的關聯性	4a. 根據資料說明、驗證或詮釋重要科學原理	4
		4b. 針對日常生活現象或科學探究情境，發現問題的因果關係	6
		4c. 根據事實或資料，整理辨別各種觀點的異同	5、6
		4d. 根據資料或科學探究情境，進行科學性分析（包含：觀察、分類、關係或結論）	3、7、8
五、測驗考生自然科學的綜合與表達能力	1. 測驗考生運用所學形成完整且具體的綜合與表達能力，包括知道科學的本質、影響，以及能進行科學性的評論 2. 考生除了能夠理解並解釋概念或現象，並能由資料中建立所學新知識與舊經驗的連結，能夠綜合性的對事物進行科學性評析	5a. 根據事實或資料，進行表達與說明	5、6
		5b. 根據事實或資料，綜合科學知識，提出評析或思辨	6
		5c. 根據事實或資料，評價科學對自然環境或人類文明的影響	9

二、學測生物科試題取材概念主題的分布

主 題	單元名稱	題 號	題 數
第 1 章 細胞的構造與功能	1-1 細胞學說的發展歷程	-	-
	探討活動 1-1 顯微鏡下的世界	3	1
	探討活動 1-2 顯微測量技術	-	-
	1-2 細胞的構造與功能	33	1
	1-3 細胞與能量	2	1
	1-4 細胞分裂	1、6、9	3
	探討活動 1-3 真核細胞的有絲分裂	-	-
第 2 章 遺傳	2-1 遺傳法則	4	1
	2-2 染色體	-	-
	2-3 遺傳物質	9、37~39	4
	探討活動 2-1 DNA 的粗萃取	-	-
	2-4 基因轉殖及其應用	9、37~39	4

主 題	單元名稱	題 號	題 數
第 3 章 演化	3-1 演化觀念的發展	6、9	2
	探討活動 3-1 環境影響生物的演變—— 1848~1895 年的曼徹斯特	-	-
	3-2 演化概念對生物分類系統的影響	7、8、39	3
	探討活動 3-2 病毒	5	1
選修生物	I 細胞的構造與功能	33	4
	II 植物的生殖	6	
	IV 生物多樣性	42、43	
國中課程	自然一下 生物與環境	42、43	2

三、值得討論的試題

- 第 1 題：在講述減數分裂時，大部分以多細胞生物的人類為例，結合精子和卵的分化與有性生殖，闡述減數分裂的意義。但減數分裂不限於多細胞生物，而是真核生物身上可觀察到的現象之一，可能會讓部分考生在選項間較為猶豫，誘答力強。
- 第 3 題：鉅細靡遺地考驗學生平日進行探討活動的執行力，實際操作和學科知識的學習同等重要！
- 第 4 題：分離律是由完全顯性的豌豆七種性狀整理歸納推得，但即使不完全顯性、共顯性、或多對等位基因遺傳的表徵組合與完全顯性有差異，分離律仍可適用於推導等位基因（遺傳因子）如何組合成基因型的過程。
- 第 37 題：為何判斷標準不是血液樣本？需要仔細從文本（無樣本資訊）與圖表（圖 8 甲 mRNA 分布較多的組織）中判斷，題目沒有無意義的圖表，要答對需仰賴細心的觀察。

四、總 結

本次學測的自然考科在生物科方面相對簡單不少，幾乎大部分的題目用刪去法都可以快速解答。許多小細節可能是平時學生在練習時比較少注意的，要全部答對也非易事。

生物考題幾乎沒有科學史的部分，常見的遺傳法則計算本次也不見蹤影，取而代之的是愈來愈多跨科的題目設計和綜合過往對生物學學習的基本常識（植物的營養器官繁殖、生態學），並扣合近年來較熱門的生態保育與全球化議題。如果可以快速完成生物科的作答，會有更多時間面對較為複雜的其他科題目，例如：第 47~49 題，雖然用神經細胞作為實驗對象，但考題內容完全和物理科相關，故生物科不於詳解解答。學生如果想在最後拿到較高級分，盡快地完成生物科作答，再適當地分配時間給其他科題目，在這次學測自然考科的答題策略上是相當必要的。

地球科學

名 師／許殷瑋 老師

一、前 言

今年 114 年的學科能力測驗自然學科於 114 年 1 月 18 日下午進行。自然學科試卷包含物理、化學、生物及地球科學四科，共 57 題，作答 110 分鐘，滿分 128 分。地球科學相關題目共 14 題（含題組）占分 32 分，其中第壹部分選擇題共有 9 題占分 18 分，而第貳部分混合題或非選擇題則有兩個題組（包含一個與生物跨科整合）共占 14 分。

此份地球科學部分題目難易度適中，沒有過難的題目，除了少數可以直接用記憶判斷的題目外，需要應用與分析的題目比例較高，而試題範圍除了高中的基礎地球科學的學習內容外，亦包含日食及岩石分類等國中階段學習內容。跨科跨領域部分，此次考試分別出現跨大氣、海洋等領域的跨領域題目與跨物理、化學、生物等科的跨科題目，而本土相關議題及圖表判斷等素養題目在此份試卷中也有出現。整體而言，題目內容包括學生於國、高中學習階段所應有的基礎知識與不同科目的跨領域主題應用，試題符合 108 課綱重視的科學素養，具有不錯的鑑別度。此外，此份試題中有一題選項涉及日、月食沙羅周期概念疑似超出課綱，而 311 地震發生年代亦有誤植狀況，可能需要多加留意。

二、試題統計分析

1. 114 年學測地球科學各試題在地球科學五大重要學習領域分布表：

領 域	試題題號	題 數	114 年度占分比例	113 年度占分比例
天文與太空	10、⑪、12、18	4	25% ($\frac{8}{32}$)	14%
大 氣	△44、45、46	3	25% ($\frac{8}{32}$)	29%
海 洋	17、40、□41	3	25% ($\frac{8}{32}$)	14%
地質與 地球物理	14、15、16	3	19% ($\frac{6}{32}$)	14%
環境變遷與 永續發展	13	1	6% ($\frac{2}{32}$)	29%

註：○表示跨物理科；□表示跨生物科；△表示跨化學科。

2. 114 年學測地球科學各試題認知目標與難易度雙向分析表：

認知目標 難易度	114 年度試題分析					114 年度 占分比例	113 年度 占分比例
	知 識	理 解	應 用	分 析	題 數		
易	10*、11*	<u>40(b)</u> 、45、 <u>46(a)</u>	<u>40(a)</u>	—	6	28% ($\frac{9}{32}$)	50%
中偏易	—	12、 <u>46(b)</u>	15、16*	17	5	31% ($\frac{10}{32}$)	29%
中偏難	—	—	14*、 44*	41*	3	19% ($\frac{6}{32}$)	21%
難	—	—	<u>46(c)</u>	13、18、 <u>40(c)</u>	4	22% ($\frac{7}{32}$)	0%
總題數 (含小題)	2	5	6	5	18	—	—

註：①數字為試題題號，*表多選，底線為非選擇題。

②認知目標說明：

知識：學習、記憶、練習、記載、定名、複誦。

理解：了解明白所學習的知識，能解釋、證明、指述、詮釋、條列重點。

應用：運用所學到的知識去生產、製作、設立模式、使用發揮等。

分析：找出重點、整理分類、比對、分析、找出因果關係等。

三、114 學測試題特色分析

1. 地科部分出題範圍大致平均：

本試題於地科部分領域大致分布平均，出題內容大多涵蓋高中基礎地球科學課綱內容。天文部分包含矮行星（10.題）、日食（12.題）、電磁波定義（11.題）及相對星等（18.題）等主題，而周年運動概念則是配合環境變遷中的米蘭科維奇理論進行出題（13.題）。地質部分則是以地震與斷層（14.題）、板塊邊界（15.題）、臺灣地質特徵與岩石定義（16.題）等概念為主。大氣部分中的濕度（44.題）、颱風（45.、46.題）及風向〔46.(b)題〕等重要概念皆有出現。海洋部分則有出現鹽類概念（17.題）、海水運動〔40.(c)題〕及橫跨海洋與大氣概念的聖嬰現象（40.、41.題）等題目。

2. 難度適中，對於國、高中地球科學內容皆需了解：

此次考題難易度適中，沒有過難的題目，除了少數可以直接記憶判斷的題目外，需要應用與分析的題目比例較高。其中選擇題部分並沒有過於爭議的答案，對於作答學生而言依照題意與選項大多可以選出正確答案，此外關於此次出題有以下幾點特徵：

(1) 此次考試有部分內容屬於國中地球科學的範圍，例如：第 12. 題日全食，第 16. 題三大岩類等，故學生除了熟悉高中基礎地球科學外，仍需熟記國中部分內容。

- (2) 有部分選項並非完全在課綱範圍之中，例如：第 12. 題(C)選項為日食週期的沙羅週期概念，然因此題正確答案相對明顯，故對於學生來說影響相對不大。
 - (3) 第 15. 題中 311 地震發生年代應為 2011 年，而非題目圖中的 2010 年，應為誤植所造成，此誤植對於判斷板塊相對移動並未有所影響，因此學生仍可進行作答。
 - (4) 非選擇題部分，第 46.(c) 題的藤原效應所造成的颱風路徑修正，則受到進行判斷所考慮的颱風影響時間長短不同，可能會造成最終作答有所差異。
3. 跨領域試題與跨科試題比例增加：
此份試題中跨領域試題與跨科試題比例較高，如第 11. 題中天體的電磁波定義跨科物理，而 44. 題中水的沸點與氣壓關係則是跨科化學。第 40.~43. 題題組的聖嬰現象不但本身就是大氣與海洋兩大主題的融合，更由海洋學中湧升流概念延伸到生物科的營養鹽提供對於生物重要性與生態系概念。
 4. 本土環境議題，時事議題等相關試題增加：
試卷中有許多試題與臺灣本土環境議題及此段時間重要新聞議題相關。包含第 16. 題臺灣的岩石分布、第 17. 題黑潮特徵、第 40.~43. 題的聖嬰現象及第 44.~46. 題的康芮颱風等與臺灣相關的議題。若學生在日常生活有關心這些議題，在作答時會順利許多。
 5. 圖表試題的分析研判：
第 40.~43. 題的聖嬰現象題組要求學生從文章說明，以及水色影像圖綜合判斷葉綠素濃度的多寡，利用聖嬰現象的科學原理判斷其中分布圖為聖嬰年或反聖嬰年的特徵，並推導出影響葉綠素濃度的環境因素。此題目設計符合 108 課綱中探究與實作精神，考驗學生選取並判讀資料的能力，並配合所學進行推理分析。

四、總 結

此次學測地科部分出題範圍大致平均，難度適中，雖然題目內容含括國、高中的地球科學課程，故作答學生對於國、高中地球科學內容皆需了解。此次跨領域與跨科題目增加，亦出現情境素養試題，並結合本土相關議題，相對來說基礎知識性題目則較少。而「探究與實作」圖表試題的出現則要求學生能在進行科學閱讀後對於所見的現象進行分析與判斷。

學生在未來準備的方向上，應加強國、高中地球科學的基礎概念外，也需要培養對於科學文章的理解力與圖表的判讀能力。在日常生活中多了解周遭的自然環境與最新發生的重要時事，並加強科學閱讀的素養能力，皆是增加本身科學判斷能力的重要工作。

北一女中／簡麗賢 老師
 名 師／宋 或 老師
 中崙高中／陳霽雲 老師
 前鎮高中／劉育宏 老師

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. 有關有絲分裂和減數分裂的敘述，下列何者正確？

- (A)有絲分裂會出現紡錘絲，但減數分裂則無
- (B)在分裂過程中，兩者都會發生同源染色體配對的現象
- (C)單細胞生物體不會發生減數分裂，多細胞生物體則有行減數分裂的潛能
- (D)這兩種分裂的方式是原核生物體及真核生物體共同具有的生命現象
- (E)減數分裂使生物體親代與子代的體細胞染色體數目相同

答 案：(E)

命題出處：生物(全)第1章 細胞的構造與功能

測驗目標：細胞分裂

詳 解：(A)減數分裂與有絲分裂都會出現紡錘絲的構造以牽引染色體。

(B)同源染色體配對的現象僅限於減數分裂。

(C)單細胞生物體也會進行減數分裂產生配子，如酵母菌細胞。

(D)原核生物體未發現有絲分裂與減數分裂的生命現象。

難 易 度：中

2. 圖 1 為一個封閉生態系統之示意圖，由甲及乙兩個子系統構成。圖中的子系統之一表示植物供給人類食物、氧氣及淨水，另一個子系統表示人供給植物二氧化碳及代謝水，並消耗食物，因而達成此系統之平衡。有關此系統圖所表達之資訊，下列哪些正確？
(應選 2 項)

- (A)甲子系統之示意為光合作用
- (B)乙子系統中的 O_2 是由 CO_2 分解而來
- (C)乙子系統在植物細胞葉綠體中進行
- (D)甲子系統內箭號右側可加上「代謝能量」之輸出
- (E)乙子系統表示光合作用，可加上「太陽熱能」的輸入

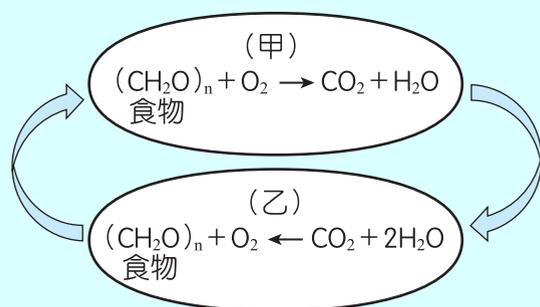


圖 1

答 案：(C)(D)

命題出處：生物（全）第 1 章 細胞的構造與功能

測驗目標：圖形判讀、細胞與能量

詳 解：(A)甲子系統為碳水化合物在有氧情況下的代謝，應為有氧呼吸。

(B)乙子系統為光合作用， O_2 由 H_2O 分解而來。

(E)乙子系統為光合作用，應更正為「太陽光能」的輸入。熱能無法利用，會逸散至環境中。

難 易 度：易

3. 有關葉片表皮組織的標本製作及觀察實驗，下列何者正確？

(A)欲得紫背萬年青的下表皮組織時，需將葉片由下向上對折撕開

(B)洋蔥表皮細胞呈長方形，其細胞質中易觀察到流動中的葉綠體

(C)折撕法是將葉片對折反向撕開，在不平整處取下欲觀察的表皮

(D)可以利用亞甲藍液將細胞染色，使葉綠體外膜更容易被觀察

(E)為了區別細胞膜和細胞壁，需先將下表皮樣本浸泡在亞甲藍液中

答 案：(C)

命題出處：生物（全）第 1 章 細胞的構造與功能

測驗目標：探討活動：顯微鏡下的世界

詳 解：(A)應為上表皮往下表皮方向對折撕開，撕取下表皮。

(B)洋蔥表皮細胞不具葉綠體。

(D)被亞甲藍液染色的構造為細胞核，故葉綠體外膜並不會更明顯。

(E)承(D)解析，僅細胞核的顏色更鮮明，細胞膜和細胞壁的差異並不會更明顯。

難 易 度：易

4. 有關孟德爾遺傳法則分離律的敘述，下列哪些正確？（應選 3 項）

(A)紫茉莉花的顏色性狀有紅白之中間色，故不能呈現孟德爾因子的分離律

(B)人的 ABO 血型屬於複等位基因遺傳，但仍能用孟德爾因子的分離律解釋

(C)狗的體型大小其表徵不只兩個，故不能由單一孟德爾因子表現其分離律

(D)人的紅綠色盲是性聯遺傳，其表徵在男女出現機率不同仍符合分離律

(E)人的身高和體重受後天影響甚鉅，故其遺傳完全不能以分離律解釋

答 案：(B)(C)(D)

命題出處：生物（全）第 2 章 遺傳

測驗目標：遺傳法則

詳解：我們現在已知孟德爾所述之遺傳因子為同源染色體上的等位基因，故正確選項為：

(B)複等位基因遺傳的等位基因種類超過兩種，於遺傳時仍由兩個等位基因組成基因型（雙套生物），故遵守分離律。

(C)體型的表徵不只兩種，可用多對等位基因遺傳來解釋，故不能由單一孟德爾因子表現其分離律。

(D)紅綠色盲為 X 染色體性聯遺傳，男性、女性子代因 X 染色體數量不同而在表徵比例上有差異。但若觀察女性子代，因其具有兩個 X 染色體，位於其上的等位基因移動和組合仍符合分離律。

錯誤選項為：

(A)紫茉莉的花色有紅、白的中間色，故應為不完全顯性遺傳，仍可用分離律來解釋不同基因型的形成以及基因型對表徵的影響。

(E)身高與體重雖受後天影響，但生長的潛能仍受遺傳影響（已知為多對等位基因遺傳），各對等位基因仍遵守分離律。

難易度：中偏易

5. 對於病毒的遺傳物質，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

(A)有的是去氧核糖核酸，也有的是核糖核酸

(B)有一些以雙股螺旋構造存在

(C)鳥糞嘌呤（G）的數量一定等於胞嘧啶（C）的數量

(D)遺傳訊息的傳遞一定要有蛋白質的參與

(E) RNA 必先反轉錄為 DNA 才能進行蛋白質表現

答 案：(A)(B)(D)

命題出處：生物（全）第 3 章 演化

測驗目標：病毒的構造與功能

詳 解：正確選項為：

(A)病毒的遺傳物質可能為 DNA（DNA 病毒）或 RNA（RNA 病毒）。

(B)病毒的核酸可為單股或雙股。

(D)須有蛋白質酵素協助遺傳表現。

錯誤選項為：

(C)若為單股核酸，則鳥糞嘌呤（G）和胞嘧啶（C）不必然為等量。

(E)即使為 RNA 病毒也不一定有反轉錄行為，如 COVID-19。

難易度：易

6. 若將某開花多肉植株的若干大葉片置於土面上。一段時日後，發現其邊緣長出具小葉片的小苗。下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 葉片變小是因為發生基因重組後再經過天擇的結果
 - (B) 一代接一代地培養小葉植株，其葉片變小程度比由種子培養的更明顯
 - (C) 該小苗長成大植株的過程，所增加的細胞沒經過染色體的聯會
 - (D) 該小苗長大後成熟的植株，其生殖細胞喪失行減數分裂的能力
 - (E) 由具小葉的小苗長成的植株與原植株的遺傳特性幾乎相同

答 案：(C)(E)

命題出處：生物（全）第 1 章 細胞的構造與功能
 第 3 章 演化
 選修生物 II 第 4 章 植物的生殖

測驗目標：細胞分裂、演化觀念的發展

詳 解：根據題幹，應為描述多肉植株的營養器官繁殖（無性生殖）。

(A) 葉片變小應為幼葉尚在生長。

(B) 無性生殖未改變子代遺傳組成，故葉片大小應無明顯的逐代變化。

(D) 無性生殖長大後的成熟植株仍可分化出生殖器官與生殖細胞（可進行減數分裂），具有有性生殖能力。

難 易 度：中偏易

7、8. 題為題組

2017 年古生物學家利用已有的恐龍化石，配合相關分類群的資料，重新建立恐龍分類群間的演化關係如圖 2，並建議以此重建圖決定恐龍的歸類範圍。

7. 早期學者認為：「現生的麻雀和已滅絕的三角龍有一個最近的共同祖先；而此祖先所有的後代歸類為恐龍」。依圖 2，早期學者認為的恐龍應該從哪一個共同祖先開始算起？

- (A) 丁
- (B) 戊
- (C) 己
- (D) 庚
- (E) 辛

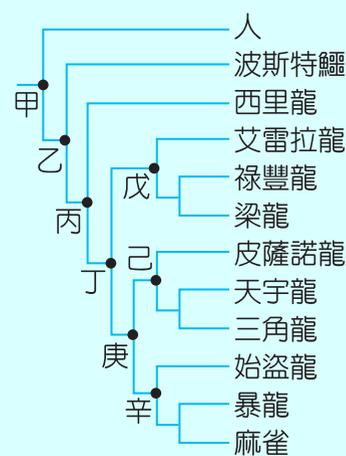


圖 2

答 案：(D)

命題出處：生物（全）第 3 章 演化

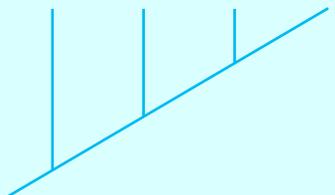
測驗目標：由演化樹判斷親緣關係

詳 解：根據題幹，沿著演化樹將三角龍與麻雀往起源方向連結，最早會在「庚」點交會，故「庚」點以後的物種應均被稱為「恐龍」。

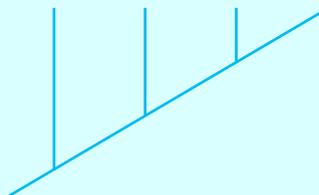
難 易 度：中偏易

8. 若依據圖 2 的演化關係，艾雷拉龍、祿豐龍和梁龍也屬於恐龍類群，則下列演化分支圖哪些正確？（應選 3 項）

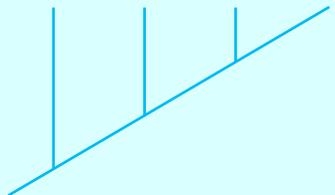
(A) 人 波斯特鱷 西里龍 恐龍



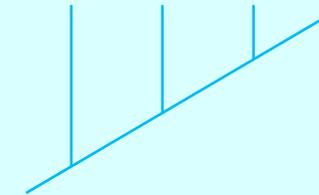
(B) 梁龍 恐龍 天宇龍 始盜龍



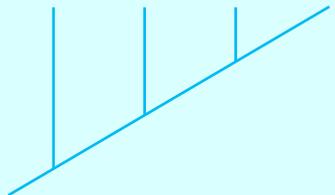
(C) 人 祿豐龍 三角龍 暴龍



(D) 波斯特鱷 西里龍 三角龍 始盜龍



(E) 麻雀 暴龍 三角龍 始盜龍



答 案：(A)(C)(D)

命題出處：生物（全）第 3 章 演化

測驗目標：演化樹的分支與親緣關係遠近的相關性

詳 解：(B)「恐龍」也包含梁龍、天宇龍、始盜龍，故此選項不正確。

(E)根據題幹的演化樹，麻雀和暴龍的親緣關係應最接近，其次才是始盜龍，最後才是三角龍，故此選項不正確。

難 易 度：中

9. 卡里科女科學家、安布羅斯及魯夫昆三位學者，均因以研究 RNA 而獲頒諾貝爾醫學獎，後兩者發現某特定 21~23 個核苷酸長的 microRNA，會與某些 RNA 配對結合，促其被降解而不表現。此舉得以正確地控制基因的功能，達成細胞的正常分化，並發育成個別的組織及器官。另外研究發現：有一個名為 *let-7* 的 microRNA 基因在動物界中相當保守（變化相對少），顯示此類 RNA 在動物體中的基本性及重要性。依此短文，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

(A) RNA 是基因表現過程中轉載遺傳訊息的物質

(B) 頭腦細胞的 DNA 所含訊息比四肢細胞的 DNA 多

(C) 動物的性狀表現一定會經過轉錄的過程

(D) *let-7* 基因對應的 RNA 可以和某 RNA 配對成雙股

(E) 天擇對 *let-7* 基因保留了相對多的突變型

答 案：(A)(C)(D)

命題出處：生物（全）第 1 章 細胞的構造與功能

第 2 章 遺傳

第 3 章 演化

測驗目標：基因表現、細胞分化、演化

詳 解：(B)所有體細胞均由受精卵分化而來，故頭腦細胞的 DNA 和四肢細胞的 DNA 所含訊息一樣多。

(E) *let-7* 基因在動物界中相當保守（變化相對少），可判斷為較少發生突變，突變型應較少。

難 易 度：中偏易

10. 國際天文聯合會（IAU）於西元 2006 年討論行星的定義，最後決定太陽系內的天體，除了太陽以外，另外區分為行星、矮行星及小天體等。下列哪些天體屬於矮行星？（應選 3 項）

(A)水星 (B)穀神星 (C)閼神星 (D)天狼星 (E)冥王星

答 案：(B)(C)(E)

命題出處：地球科學（全）第 2 章 從地球看宇宙

測驗目標：認識、理解重要的科學名詞和定義

詳 解：矮行星是質量略小於行星的天體，自身重力足以維持其球形外觀，但卻無法清除軌道附近的其他小天體，如(B)穀神星、(C)閼神星、(E)冥王星。

(A)水星能清除公轉軌道的鄰近小天體，屬於行星。

(B)穀神星位於小行星帶。

(C)(E)閼神星、冥王星位於海王星外的柯伊伯帶中。

(D)天狼星位於太陽系外，是內部可以進行核融合反應的天體，屬於恆星。

難 易 度：易

11. 宇宙天體發出各式訊號。下列哪些訊號屬於電磁波？（應選 3 項）

(A)微中子 (B)無線電波 (C)紅外線 (D) X 射線 (E)重力波

答 案：(B)(C)(D)

命題出處：地球科學（全）第 2 章 從地球看宇宙

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律

詳 解：(A)(E)微中子是一種電中性的基本粒子，重力波是時空扭曲的波動，兩者都不屬於電磁波。

(B)(C)(D)電磁波波長從長至短分別為無線電波、微波、紅外線、可見光、紫外線、X 射線、伽瑪射線。

難 易 度：易

12. 當月球運行到地球與太陽之間且恰好排列成一直線，才會發生日食現象。有關日食，下列敘述何者正確？

- (A) 每個月會發生一次日食
- (B) 發生日食當天，月相為滿月
- (C) 地表任一處在 12 年當中至少發生一次日全食
- (D) 地表任一處發生日偏食的機會，大於發生日全食
- (E) 發生日全食的時候，月面會呈現暗紅色

答案：(D)

命題出處：地球科學（全）第 2 章 從地球看宇宙

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律

詳解：(A) 地球上每年約發生 2~4 次日食，一年以內最多可發生 5 次日食。

(B) 日食發生時，月球擋住太陽光線，月球在太陽與地球之間，月相一定為朔月。

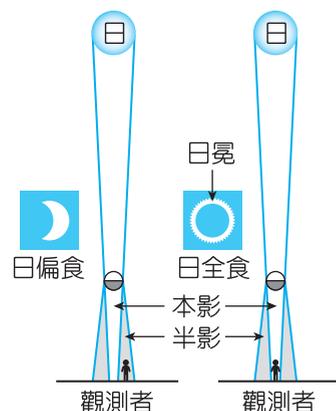
(C) 日全食非常罕見，同一地點發生日全食的機率，大約三百多年才會發生一次。

(D) 當日食發生時，月球本影落在地球上的範圍很小，本影範圍內會發生日全食，但是月球半影落在地球上的範圍相對大很多，所以某一地點發生日偏食的機會比日全食高，如右圖。

(E) 日全食發生時，地球上看到的月面幾乎不受光，月面呈現暗黑色。

註：此題含有國中地球科學——地球與太空的概念。

難易度：中偏易



13. 冬、夏溫差會影響冰原的面積，進而影響地球平均反照率，造成氣候改變。陸地面積、與太陽的距離、以及黃赤交角的大小都可能影響冬、夏溫差。如果地表海陸分布的情況與現今相同，地球自轉及公轉在下列何種情形下，會在南半球或北半球出現最大的冬、夏溫差？

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

答案：(A)

命題出處：地球科學（全）第 6 章 鑑古知今談永續

測驗目標：根據資料或科學探究情境，進行科學性分析（包含：觀察、分類、關係或結論）

詳解：冬、夏溫差最大表示四季的差異最明顯，需要的條件是自轉軸的傾角（黃赤交角）要大，地球受陽光直射的緯度範圍大。高緯度陽光入射的能量較大，夏季會更熱，冬季陽光更斜射則更冷；另外，北半球陸地面積較大，夏季在近日點時，會得到更多的太陽熱能而更熱，冬季在遠日點則更冷，故選(A)。

難易度：難

14. 某學校附近有斷層通過（圖 3 中，藍粗線所示），且 10 年前學校附近曾發生大地震，根據當時報導，此地震的震央位置如圖中星號所示。放置於學校地科教室的地震儀的波形顯示所在的區域向遠離斷層的方向運動。根據以上資料，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

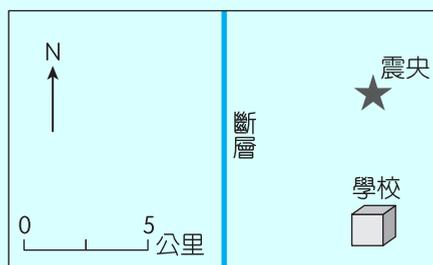


圖 3

- (A)此斷層面往地下延伸方向為向東傾斜
- (B)此斷層面往地下延伸方向為向西傾斜
- (C)此斷層為平移斷層
- (D)此斷層為逆斷層
- (E)此斷層為正斷層

答案：(A)(E)

命題出處：地球科學（全）第 5 章 體驗大地的撼動

測驗目標：根據資料或科學探究情境，進行科學性分析（包含：觀察、分類、關係或結論）

詳解：學校所在區域向遠離斷層的方向運動，表示斷層兩側受到張力作用而分離，這是正斷層的特徵。由星號震央的位置可知震源在其正下方，因震源在斷層面上，顯示斷層面往地下延伸方向朝向東傾斜。

難易度：中偏難

15. 下圖 4 為近百年來全球前五大規模的地震分布圖，皆屬於同一類型的板塊邊界。圖中白色線段標示板塊邊界，白色箭頭為指示板塊運動方向和大小的向量，箭頭線段愈長代表運動速率愈大。從震央分布和其相鄰近兩個板塊間互相作用的運動方向判斷，這五個地震同屬於下列哪種類型的板塊邊界／構造區域？



圖 4

- (A)張裂型 (B)聚合型 (C)錯動型 (D)熱點 (E)平移斷層型

答案：(B)

命題出處：地球科學（全）第 5 章 體驗大地的撼動

測驗目標：根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

詳解：由圖中可以判斷震央附近兩個板塊會相互靠近，並發生碰撞與擠壓，屬於聚合型板塊邊界。

難易度：中偏易

16. 岩石有不同的成因與特徵，有關三大岩類，以及與板塊邊界關係的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

- (A)臺灣位處造山帶，故地表上分布面積最廣的是火成岩
 (B)沉積岩形成時的溫度低，以後受到高溫作用也不會熔融成岩漿
 (C)變質岩經風化、侵蝕、搬運和沉積等作用，可形成沉積岩
 (D)火成岩形成溫度比變質岩高，未來不會變質成變質岩
 (E)張裂型板塊邊界附近常見火成岩

答案：(C)(E)

命題出處：地球科學（全）第 5 章 體驗大地的撼動

測驗目標：根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

- 詳解：**(A)臺灣位處造山帶，岩石受風化、侵蝕後的碎屑泥沙，經搬運、沉積，經過萬年以上的成岩作用形成地表上最常見到，也是分布面積最廣的沉積岩。
- (B)沉積岩受到高溫作用超過其熔點時，也會熔融成岩漿。
- (C)變質岩經風化、侵蝕、搬運和沉積等作用，會形成如砂土碎屑般的沉積物，沉積物經過成岩作用可形成沉積岩。
- (D)火成岩經過高溫、高壓等變質作用，也會變成變質岩，例如：花岡岩變質成花岡片麻岩。
- (E)張裂型板塊邊界附近常見的為玄武岩。

難易度：中偏易

17. 對於海水鹽度的描述，以下的敘述何者不正確？

- (A)赤道附近由於雨量少且蒸發旺盛，海水鹽度因而增高
- (B)開放大洋的海水，每公斤含鹽量大約 35 公克
- (C)因為淡水匯入稀釋的原因，河口處的海水鹽度較低
- (D)黑潮表層水的鹽度較周邊的海水為高
- (E)北極海（北冰洋）上層海水的鹽度比印度洋上層海水鹽度較低

答案：(A)

命題出處：地球科學（全）第 4 章 深藍的脈動

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律

- 詳解：**(A)赤道附近雖然蒸發旺盛，但由於大量降水的影響，使得赤道的鹽度稍微降低。
- (E)北極海（北冰洋）除了降水量大於蒸發量，另有冰河融化或河川注入，使得北極海上層海水鹽度比印度洋上層海水鹽度較低。

難易度：中偏易

18. 一般以等級描述星球亮度，視星等數字小代表亮度強。根據長期記錄，發現木星的亮度在 -3 （負 3）星等及 -2 （負 2）星等之間變化。已知木星半徑約是地球 11 倍，距離太陽約為日地距離的 5 倍，而土星半徑約為地球 9 倍，距離太陽約為日地距離的 10 倍，反照率則與木星類似。在地面觀測土星時，其最大亮度之星等 X ，下列何者正確？

- (A) $X < -3$
- (B) $-3 < X < -2$
- (C) $X > -2$
- (D) $X > 6$
- (E) X 依照地球與太陽的距離而不一定

答案：(C)

命題出處：地球科學（全）第 2 章 從地球看宇宙

測驗目標：根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

詳 解：簡單解法：

(A)土星距離比木星遠，半徑比木星小，土星會比較暗，亮度比木星小，最大亮度的視星等 X 不會 < -3 。

(B)土星距離較遠，亮度會比木星小，最大視星等 X 會大於 -2 。

(D)肉眼能看到土星，土星最大視星等 X 不會大於 6 等。

(E)土星最大視星等為一個定值，不會隨日地距離而變。

正式解法：

木星反照率與土星類似，亮度與天體的截面積成正比，與距離平方成反比。

計算木星的亮度與土星亮度的比值， $\frac{B_{\text{木星}}}{B_{\text{土星}}} = \frac{(11R_{\text{地球}})^2}{(9R_{\text{地球}})^2} \times \frac{(10 \text{ AU})^2}{(5 \text{ AU})^2}$ ，求

出 $\frac{B_{\text{木星}}}{B_{\text{土星}}} = 5.97$ ，而亮度差 5.97， $(2.512)^1 < 5.97 < (2.512)^2$ ，視星等差值介在

1~2 等之間，所以土星最大視星等 X 在 0~-1 等。

難 易 度：難

19. 國際太空站（簡稱 ISS）主要用於進行微重力環境下的各種實驗，其繞行地球的週期為 90 分鐘，而任何質量的同步衛星，其繞行地球的週期和地球自轉的週期相同。已知沿圓形軌道繞行地球的物體，其動能 T 與重力位能 U 的關係為 $2T = -U$ 。若 ISS 與某同步衛星的軌道皆近似圓形，則 ISS 與該同步衛星比較時，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

- (A) ISS 的軌道半徑一定比較大
- (B) ISS 的總力學能一定比較大
- (C) ISS 的重力位能一定比較大
- (D) ISS 的速率一定比較大
- (E) ISS 的加速度量值一定比較大

答 案：(D)(E)

命題出處：物理（全）第 3 章 物體的運動

第 5 章 能 量

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律；根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

詳 解：本題綜合克卜勒行星運動第三定律及不同形式的能量間轉換、力學能守恆的概念。閱讀與理解題意，了解國際太空站（ISS）繞行地球的週期為 90 分鐘，同步衛星的週期則與地球自轉週期相同，皆為 24 小時。

(A)依據克卜勒於 1619 年提出行星運動第三定律（週期定律），適用於人造衛星繞行地球的運動，衛星繞地球的軌道半徑三次方與週期平方成正比，判斷國際太空站（ISS）的軌道半徑比同步衛星小，亦即國際太空站（ISS）距離地球中心較近。故(A)錯誤，應改成 ISS 的軌道半徑一定比較小。

(D)距離地球中心較近的軌道處，受地球的引力愈大，地球重力加速度也較大，週期也較短，也就是向著地球中心的加速度較大，軌道速率相對較大，因此才能保持動態平衡，維持等速運轉，不致被地心引力「吸」向地面。故 ISS 的軌道速率較大，(D)正確。

(E)從牛頓第二運動定律及萬有引力定律的概念可知道，或是從 $F = ma = \frac{GMm}{R^2}$ 判斷，地球重力加速度與距離平方成反比，因此國際太空站的地球重力加速度較大。(E)正確，ISS 的加速度量值一定比較大。

(B)(C)題意說明「動能 T 與重力位能 U 的關係為 $2T = -U$ 」，考生若能融會貫通物理概念，從(D)的結論而解讀「ISS 的速率較快，動能較大」，結合「 $2T = -U$ 」，以及軌道的總力學能 E 為動能 T 與重力位能 U 的總和，即 $E = T + U = T + (-2T) = -T$ 。

特別注意，此題的 ISS 與同步衛星的動能符號是 T，並非表示習慣書寫的週期，從總力學能 $E = -T$ ，須能判斷及推理，因為動能是正值，重力位能是負值，總力學能也是負值。依據數學的正負值，若是負值，則單純看數字，數字愈大，加上負號後，此數值愈小。依此概念判斷，距離地球中心較近的 ISS 之重力位能會比軌道半徑較大或距離地球中心較遠的同步衛星小，總力學能亦然。(B)、(C)錯誤。

透過題目標示應選 2 項，即知道答案應為(D)(E)。即使不知道(B)、(C)選項是否正確，也不影響得分。

註：本題若僅用必修物理的概念，對考生而言可能會遇到物理知識與概念不足而陷入不知如何判斷選項對或錯的困擾。對於學習過選修物理 II 「位能與力學能守恆定律」中，一般形式與力學能守恆的考生，本題很容易判斷答案。

(D)考生透過向心力的數學關係式，可寫出萬有引力（或重力）提供向心力，

列出 $\frac{GMm}{R^2} = m \times \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \propto \frac{1}{\sqrt{R}}$ ，即能判斷軌道半徑較小者，公轉速率較快，得到結論「ISS 的速率較大」。

(B)(C)考生可直接採用以下方式得到答案：

$$\text{動能 } T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2R}, \text{ 重力位能 } U = -2T = -\frac{GMm}{R},$$

$$\text{力學能 } E = T + U = -\frac{GMm}{2R}, \text{ 因此 ISS 的力學能較小、重力位能較小。}$$

難易度：難

20.、21. 題為題組

比特幣是一種虛擬貨幣，運作時需消耗大量的電能。全球每年因比特幣運作所消耗的電能估計約達 1.2×10^{11} 度（約 4.3×10^{17} J）。依據以上資料，回答下列問題。

20. 已知冰的融化熱（熔化熱）為 80 kcal / kg 且 1 kcal 約為 4 kJ 。全球比特幣一年運作所消耗的電能若完全轉換為熱能，約可融化多少公斤 0°C 的冰山？

- (A) 10^{10} (B) 10^{12} (C) 10^{16} (D) 10^{20} (E) 10^{24}

答 案：(B)

命題出處：物理（全）第 5 章 能 量

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律；理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義

詳 解：(1)理解題意「每年因比特幣運作消耗電能約 1.2×10^{11} 度（約 4.3×10^{17} J）」以及換算單位「 1 kcal 約為 4 kJ 」。

(2)能理解「冰的融化熱（熔化熱）意義是指一公斤的冰融化需要吸收 80 kcal 的熱量」，並掌握這一段話「全球比特幣一年運作消耗的電能可以完全轉換為熱能」。

(3)依據能量間的轉換與能量守恆，列出關係式判斷約可融化 M 公斤 0°C 的冰山。
 $4.3 \times 10^{17} = M \times 80 \times 4000$ ，得到 $M \div 1.3 \times 10^{12}$ 公斤。(B)最接近答案。

難 易 度：中

21. 烏山頭水庫有效蓄水量約為 $8.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ ，玉山高度約 4000 m 。若將全球比特幣運作一年所消耗的電能完全轉換為力學能，且忽略水庫深度的影響，則約可將多少座烏山頭水庫的有效蓄水量從海平面抬升至玉山山頂？（水的密度為 1000 kg / m^3 、重力加速度為 10 m / s^2 ）

- (A) 10^2 (B) 10^5 (C) 10^8 (D) 10^{11} (E) 10^{14}

答 案：(A)

命題出處：物理（全）第 5 章 能 量

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律；理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義

詳 解：依據題目指出「烏山頭水庫有效蓄水量約為 $8.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ ，玉山高度約 4000 m 。全球比特幣運作一年所消耗的電能 $4.3 \times 10^{17} \text{ J}$ 完全轉換為力學能，忽略水庫深度的影響」。逆向思考，重力作功使重力位能轉變為電能，假設有 N 座烏山頭水庫蓄水量，列出能量轉換的關係式

$W = mgH = NVDgH = N \times 8.0 \times 10^7 \times 1000 \times 10 \times 4000 = 4.3 \times 10^{17} \Rightarrow N \div 1.3 \times 10^2$
 接近 10^2 座，(A)最接近答案。

難 易 度：中

22.、23. 題為題組

搭載火星探測器的太空船，加速脫離地球引力後，以等速飛行一段距離，然後減速準備登陸火星，過程中太空船持續遠離地球，歷經約 200 天的飛行抵達火星。從火星以電磁波傳訊到地球，約需 10 分鐘才能收到訊號。太空船飛行過程持續向地球傳送電磁波，用以監測飛行速度。依據以上資料，回答下列問題。

22. 假設太空船飛行的距離與從火星傳訊到地球的距離大致相同，則該太空船的平均飛行速率約為多少？（真空中的光速約為 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）

- (A) 10 m/s (B) 10^2 m/s
 (C) 10^4 m/s (D) 10^6 m/s
 (E) 10^8 m/s

答 案：(C)

命題出處：物理（全）第 4 章 電與磁的統一

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律

詳 解：(1)掌握「等速飛行一段距離」及「歷經約 200 天的飛行」關鍵句。

(2)知道「從火星以電磁波傳訊到地球，約需 10 分鐘才能收到訊號」、「真空中的光速約為 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 」。

(3)根據題意，依據等速運動的概念列出方程式，距離 = 速率 \times 時間

$$\Rightarrow 3 \times 10^8 \times 10 \times 60 = v \times 200 \times 24 \times 60 \times 60$$

解出 $v \div 1.0 \times 10^4 \text{ m/s}$ ，(C)最接近答案。

難 易 度：易

23. 太空船停在地球表面上所發出的電磁波由地球監控站測得的頻率為 f_0 。若太空船飛行過程，從地球監控站所測得的電磁波頻率為 f ，則下列過程的頻率關係，哪些正確？（應選 2 項）

- (A)加速過程 $f < f_0$ (B)加速過程 $f = f_0$ (C)等速過程 $f = f_0$
 (D)等速過程 $f < f_0$ (E)減速過程 $f > f_0$

答 案：(A)(D)

命題出處：物理（全）第 4 章 電與磁的統一

測驗目標：根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：(1)掌握題意，知道太空船是脫離地球，也就是遠離地球。

(2)依據都卜勒效應的物理概念，發出電磁波的波源與地球監控站接收者之間的相對運動，因太空船遠離地球而去，測得電磁波的頻率變低，波長變長。

(3)在遠離地球的過程中，不論減速、加速或等速，測得電磁波的頻率都會變低。故(A)、(D)正確。

難 易 度：中

24. 下列關於原子能階的敘述，何者錯誤？

- (A) 原子中的電子可能處在不同的能階
- (B) 一個氫原子雖然只有一個電子，但能階躍遷時可能發射不同波長的光子
- (C) 原子中的電子吸收能量後，可能從較低的能階躍遷到較高的能階
- (D) 為了使處於穩定狀態之原子的電子維持在特定的能階上，外界必須持續提供特定能量的光子
- (E) 原子中的電子從一個能階躍遷到另一個能量較低的能階時，會放出光子

答 案：(D)

命題出處：物理（全）第6章 量子現象

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律；根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：依據課綱的學習內容，不同的原子有不同的光譜；經由測量一個物體發出的原子光譜，可以推論此物體的組成成分。原子外圍的電子只能具有特定的能量，稱之為能階。電子可以經由吸收或發射特定能量（頻率）的光子，由一個能階躍遷到另一個能階，從而以理論解釋實驗觀測到的原子光譜。依據課本教材，原子內電子的總能量為量子化，這些被允許特定而不連續的原子能量 E_1 、 E_2 、 E_3 等，稱為原子的能階（energy level）。原子的能階有高低不同的能量，最低能階 E_1 的狀態稱為基態（ground state），其餘狀態稱為激發態（excited state），依序稱為第一激發態（ $n=2$ ）、第二激發態（ $n=3$ ）等。電子可藉著吸收或放射特定頻率的光線或特定能量的光子，自一定態躍遷到另一定態。具備以上的基礎概念，可以判斷本題選項敘述的正確與否。

(A) 依據能量量子化概念，電子可以處在具有特定能量的能階，故原子中的電子可能處在不同的能階，(A) 正確。

(B) 一個氫原子雖然只有一個電子，但能階躍遷時可能自某一高階躍遷至較低的兩個或三個能階，故能發射不同波長的光子，(B) 正確。

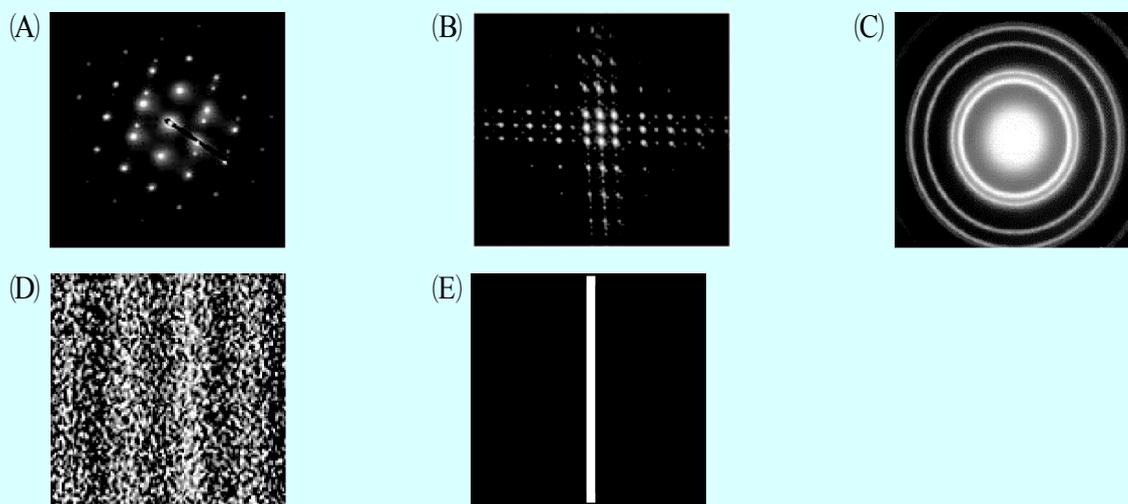
(C) 原子中的電子吸收能量後，可能從較低的能階躍遷到較高的能階，(C) 正確。

(D) 處於穩定狀態之原子的電子維持在特定的能階，因為不是躍遷至另一高能階，外界不需要提供特定能量的光子，故(D) 錯誤。

(E) 原子中的電子從一個能階躍遷到另一個能量較低的能階時，會輻射出電磁波，放出光子，故(E) 正確。

難 易 度：中

25. 科學家進行電子雙狹縫實驗，成功觀測到電子經過雙狹縫後產生干涉分布，其圖樣與光通過雙狹縫後的干涉圖樣類似，證明了粒子也具有波動性。下列何者最可能為科學家觀察到大量電子經過雙狹縫後的干涉分布？



答 案：(D)

命題出處：物理（全）第 6 章 量子現象

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律；根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：(1)本題題材概念是光經過雙狹縫，在屏幕上呈現的干涉條紋；而電子的雙狹縫干涉現象，說明電子的物質波概念，其具有粒子性與波動性的二象性質。

(2)本題題目明確說明「科學家做電子雙狹縫實驗，成功觀測到電子經過雙狹縫後產生干涉分布，其圖樣與光通過雙狹縫後的干涉圖樣類似，證明粒子也具有波動性」。藉此判斷選項中哪一張圖是雙狹縫的干涉分布條紋。依據圖案，(D)較能呈現雙狹縫干涉分布。

雙狹縫干涉是等寬的亮暗相間條紋，圖中白點最密集的部分是亮帶，其物理意義是電子落至此處的機率最高；同理，圖中白點最稀疏的部分是暗紋，物理意義是電子打在此處的機率最低。亮帶、暗紋顯現電子的機率分布，是物質波的概念，也是波粒二象性的實證。

註：(A)圖是二維電子繞射的圖樣；(B)圖是二維光柵繞射的圖樣；(C)圖是電子繞射的圖樣；(E)圖並非干涉或繞射的圖樣。

難 易 度：易

26. 有關物質間的基本交互作用的敘述，下列何者正確？

- (A) 強力（強核力）作用範圍涵蓋於整個原子
- (B) 地板支撐體重的接觸力，其來源是電磁力的作用
- (C) 兩物體接觸時極為靠近，故萬有引力為摩擦力的主要來源
- (D) 原子中電子繞行原子核類似於行星繞行地球，是靠萬有引力的束縛
- (E) 強力（強核力）仍不足以克服質子間的相斥靜電力，須加上弱力（弱核力）才能使質子束縛於原子核中

答 案：(B)

命題出處：物理（全）第2章 物質的組成與交互作用

測驗目標：認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律；根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：本題題材與概念是源自課綱內容的說明，原子為電中性，內部有帶正電的原子核，帶負電的電子則環繞於原子核外；原子核內有帶正電的質子與不帶電的中子；質子、中子尚有內部結構，而且是由夸克組成；自然界的基本作用力可分為重力、電磁力、強力（強核力）、弱力（弱核力）。物質間一切的交互影響，都是由這四種基本交互作用綜合而成；帶質量的物體之間有萬有引力，此力量值與物體間距離的平方成反比；磁鐵間有磁力；質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有「強力（強核力）」，因此能束縛在一起形成原子核。強力（強核力）的作用範圍很短，只限制在原子核大小的尺度內，因此在日常生活中感受不到它的作用。據此，可以判斷選項敘述的正確與否。

(A) 強力（強核力）的作用力範圍很短，只限制在原子核的尺度內，小於 10^{-15} m，(A)錯誤。

(B) 接觸力與摩擦力皆涉及電磁力，(B)正確。課綱內容指出，日常生活中所經驗到的各種力，例如：摩擦力、各種「接觸力」（用手推桌子、地板把桌子撐住）、彈力、氣體分子碰撞容器壁產生的壓力來源等，若從原子的觀點來看，其實都是電磁力的作用。

(C) 摩擦力的主要來源是接觸面兩側原子之間的電磁力，故(C)錯誤。

(D) 原子中電子繞行原子核是靠庫侖靜電力作為圓周運動的向心力。行星繞行地球，是靠萬有引力作為向心力來源，故(D)錯誤。

(E) 強力（強核力）可克服質子間的相斥靜電力，能使質子束縛於原子核中，故(E)錯誤。

難 易 度：易

27. 如圖 5 所示，目前許多手機可以進行無線充電。充電時，手機和充電器上各自的線圈系統對齊靠近、靜止置放，而充電器上的線圈電流會隨時間快速變化。在充電的過程中，下列敘述何者正確？



圖 5

- (A) 電流經由導線從充電器流向手機
- (B) 手機上之線圈系統四周的磁場始終保持不變
- (C) 手機電池所獲得的能量等於充電器所輸出的能量
- (D) 手機和充電器上的兩個線圈系統之間會有磁力線通過
- (E) 充電器上的線圈會隨時間漸漸發熱，手機上的線圈不會

答 案：(D)

命題出處：物理（全）第 4 章 電與磁的統一

測驗目標：根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：手機的無線充電，其物理原理是「電磁感應」，依據課綱學習內容指出「變動的磁場會產生電場，變動的電場會產生磁場」。充電器的主線圈連接交流電後可產生變化的磁場，手機的充電線圈藉由變化的磁場而產生感應電壓（或感應電動勢），即能幫手機充電。無線充電器通過主線圈及副線圈而產生感應電流（induced current），將能量從發射端轉移至接收端。無線充電器產生隨時間變化的磁場，手機與充電器的兩個線圈系統之間會有磁力線通過，故(D)正確。通過手機線圈的磁場隨時間而變化，不會始終保持不變，線圈因電磁感應而產生感應電流，幫手機充電。基於以上的概念及操作，無線充電器與手機之間不需要用導線連接，(A)錯誤。線圈系統四周的磁場會變化，故(B)錯誤。手機線圈會消耗部分的電能，充電器輸出的能量比手機電池獲得的能量少，故(C)錯誤。手機上的線圈有電阻，電流通過電阻器，會因為電流熱效應而發熱，(E)錯誤。

難 易 度：中

28.、29. 題為題組

化合物甲與乙是啤酒苦味最主要的來源，其結構如圖 6 所示。在異辛烷溶液中，這兩個分子都會吸收波長 275 nm 的紫外光，且吸光度與濃度成正比。化合物甲與乙皆為弱酸，在水中可部分解離成 H^+ 與它們各自的酸根。

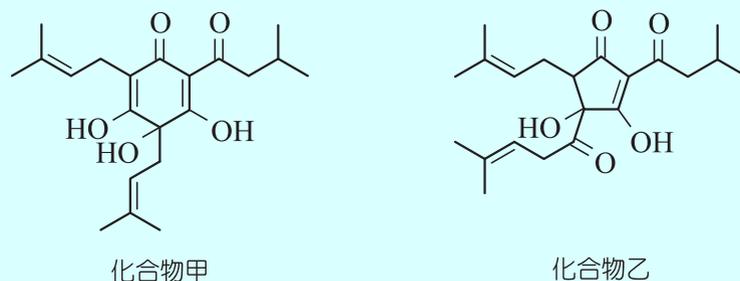


圖 6

「國際苦度單位」是啤酒釀製過程的一項重要指標，大部分啤酒的苦度介於 10 到 100 之間，其簡易測量方法如下：

步驟一、取 5.0 mL 的啤酒樣品，加入 12.5 mL 的異辛烷和 0.5 mL 的酸

步驟二、充分搖晃混合，待液體分層後，測量異辛烷層在 275 nm 的吸光度

步驟三、此吸光度乘以 50 即為該啤酒樣品的「苦度」

淑芬同學對某品牌的啤酒進行了四次的苦度測量，每次的實驗條件如表 1 所示。

表 1

實 驗	啤酒 (mL)	酸的種類與量 (mL)		異辛烷 (mL)	苦 度
一	5.0	鹽酸 12 M HCl(aq)	0.5	12.5	26.5
二	5.0	硫酸 6 M H ₂ SO ₄ (aq)	0.5	12.5	28.7
三	5.0	醋酸 1 M CH ₃ COOH(aq)	0.5	12.5	8.8
四	5.0	鹽酸 12 M HCl(aq)	0.5	25.0	?

28. 下列相關的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 化合物甲的分子式為 $C_{21}H_{30}O_5$ (B) 化合物甲與乙皆具有 20 個碳原子
 (C) 化合物甲與化合物乙互為異構物 (D) 苦度與化合物甲與乙的總濃度成反比
 (E) 加入異辛烷的目的是為了使啤酒與實驗所添加的酸能夠更均勻混合

答 案：(A)(C)

命題出處：化學（全）第 4 章 生活化學

探究與實作試題

情境素養試題

測驗目標：測驗考生對於有機化合物結構之線角式的認識，且能從題意中進行思考、理解與分析。

詳 解：在有機化合物中，以碳原子為骨架，可鍵結 H 原子的最高數目通常以 C_nH_{2n+2} 表示。若碳原子骨架形成一個環狀結構，則會減少 2 個 H 原子；若在碳碳原子之間的基本單鍵（ σ 鍵）外，再多形成 1 鍵（ π 鍵），也會減少 2 個 H 原子，此現象稱為有機化合物的不飽和度。

(A)線角式結構中，每個頂點或轉折處都有碳原子，加上滿足鍵結數的 H 原子，計算原子總數目後，可得知化合物的分子式。

由化合物甲的線角式結構，可知具有 21 個碳原子、5 個 O 原子；H 原子的個數可使用 C 原子應滿足 4 鍵、O 原子應滿足 2 鍵的方法來計數。

為加快作答速度，可運用不飽和度的計算方式，如下：

由 C_nH_{2n+2} 計算，21 個碳原子應可接足 $2 \times 21 + 2 = 44$ (個) H 原子；然而結構中具有 1 個環、6 個雙鍵處 (形成 6 個 π 鍵)，因此會減少 $7 \times 2 = 14$ 個 H 原子，故 H 原子數目應為 $44 - 14 = 30$ (個)，化合物甲的分子式為 $C_{21}H_{30}O_5$ 。

故(A)選項正確。

(B)化合物甲的分子式為 $C_{21}H_{30}O_5$ ，其分子中含有 21 個 C 原子；由於(A)選項正確，故(B)選項不正確。

(C)如同(A)選項的方法，先確認化合物乙具有 21 個 C 原子，且其結構中同樣具有 1 個環、6 個雙鍵處 (形成 6 個 π 鍵)，與化合物甲狀況相同，因此化合物乙的分子式與甲相同，兩者互為同分異構物。故(C)選項正確。

(D)化合物甲與乙是啤酒苦味的來源，且由題幹敘述：『……這兩個分子都會吸收波長 275 nm 的紫外光，且吸光度與濃度成正比。』因此可知(D)選項不正確。

(E)從題目敘述的步驟得知：量測異辛烷層溶液的吸光度即代表啤酒的苦度，也就是啤酒樣品中的化合物甲與乙，因此在操作過程中，異辛烷主要是為了使化合物甲、乙充分溶解的溶劑；此外，難溶於水的異辛烷無法使水溶液間均勻混合，因此(E)選項不正確。

難易度：中

29. 下列關於實驗的敘述，哪些正確？(應選 2 項)

- (A)實驗三的苦度值與實驗一、二差異大，說明實驗所使用的酸的強弱會影響苦度值的測量
- (B)實驗四中的苦度數值約為 53
- (C)若在實驗一中，不加入鹽酸，改為加入 0.5 mL 的 12 M NaOH(aq)，則水溶液中酸根的濃度會下降
- (D)若在測量方法使用 10.0 mL 的啤酒樣品，其他步驟不變，則量測的苦度值會變低
- (E)步驟二使用到萃取法

答案：(A)(E)

命題出處：化學(全)第 1 章 物質的分類與組成
第 3 章 溶液與常見的化學反應

探究與實作試題

情境素養試題

測驗目標：測驗考生是否具有判讀資料的能力，能夠分析資料、進行解釋與推理，進一步歸納出實驗結論。

詳解：觀察題表 1 的實驗條件與數據，進行分析與推理：

- (A)比對實驗一、二、三的條件，三者的啤酒體積、酸量以及異辛烷體積皆相同，實驗三的苦度卻明顯小於實驗一、二。實驗一、二所使用的鹽酸、硫酸為強酸，實驗三的醋酸為弱酸，因此可推知使用的酸之強弱會影響實驗結果。故(A)選項正確。
- (B)觀察題表 1，實驗四的實驗條件與實驗一較為接近，只是第四次實驗使用的異辛烷倍增。由於異辛烷作為化合物甲、乙的萃取溶劑，理論上用量愈多，萃取出的量愈多，然而當溶劑用量愈多，溶液的濃度愈低，因此無法得知實驗四的苦度數值是否為實驗一的兩倍。故(B)選項不正確。
- (C)由題目敘述：『化合物甲與乙皆為弱酸，在水中可部分解離成 H^+ 與它們各自的酸根。』若是將實驗一的鹽酸改為強鹼性的氫氧化鈉溶液，此時會與酸性化合物甲、乙進行酸鹼中和反應，促使化合物甲、乙解離出更多 H^+ ，使得酸根物質的濃度更為增加。故(C)選項不正確。
- (D)由於苦度是來自啤酒中的化合物甲與乙；若是實驗測量的啤酒樣品量倍增，則其中所含的化合物甲與乙也相應增多，然而在原實驗條件中，無法得知化合物甲、乙在異辛烷中的溶解程度，因此無法判斷可萃取的量是否會增加。故(D)選項不正確。
- (E)在步驟一中，啤酒樣品為水溶液，加入酸使化合物甲與乙較難解離，且多以分子型態呈現，如此較可溶解於難溶於水的異辛烷。充分搖晃後，水溶液與異辛烷會分層，即如步驟二中所述的液體分層。此過程是使用異辛烷作為萃取溶劑，將啤酒中的化合物甲與乙萃取溶解至異辛烷層，故(E)選項正確。

難易度：中

30. 關於物質純化與分離的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

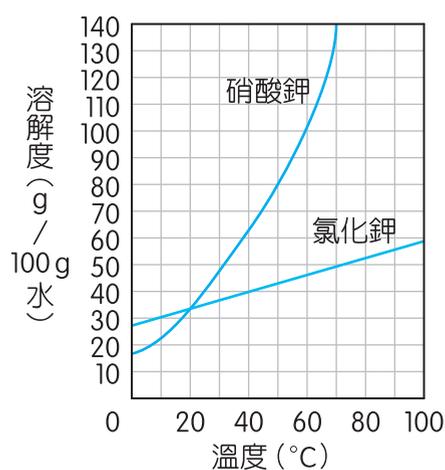
- (A)利用再結晶純化硝酸鉀，以水為溶劑會比汽油較為合適
- (B)硫酸鈉晶體可由飽和的藍色硫酸銅水溶液中結晶獲得
- (C)將食鹽水加熱，蒸餾出部分純水，而剩餘的溶液可再結晶獲得氯化鈉
- (D)利用乙酸乙酯萃取綠色樹葉的萃取液，然後在 1 大氣壓下進行蒸餾分離，可以將葉綠素餾出
- (E)硝酸鉀與氯化鉀的混合水溶液，可以用濾紙層析方法將兩者分離

答案：(A)(C)

命題出處：化學（全）第 1 章 物質的分類與組成

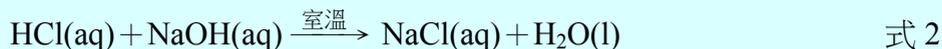
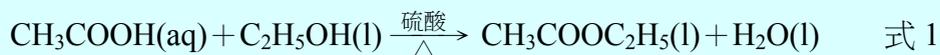
測驗目標：測驗考生對於物質性質的認識與了解，並能正確運用和判斷物質的純化與分離等方法。

- 詳 解：**常見混合物的分離方法有：過濾、蒸餾、萃取以及層析。再結晶法是一種物理分離方法，與固體混合物在溶劑中的溶解度及溫度有密切的關係。先將一定量的溶劑加入固體混合物中，接著加熱使溫度升高，物質的溶解度增大；欲分離的目標物質在高溫溶液中達到飽和，當開始冷卻時，由於溶解度降低，此目標物質的溶液變成過飽和狀態並析出晶體。混合溶液冷卻的程度為雜質恰達飽和但不可析出為原則，如此即可過濾、分離出最大量的目標物質，此即再結晶法。
- (A)硝酸鉀為離子化合物，對水的溶解度極佳，難溶解於汽油等有機溶劑中。若欲使用再結晶法來純化，則使用水為溶劑較為適合。故(A)選項正確。
- (B)藍色硫酸銅水溶液因含有銅離子而呈現藍色，若是硫酸銅水溶液加熱，使溶劑（水）汽化逸出，最後將得到白色硫酸銅 $\text{CuSO}_4(\text{s})$ 。依據題目敘述：藍色硫酸銅水溶液為 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ，硫酸鈉晶體為 $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$ ，兩種為不同物質，無法利用加熱溶液的蒸發結晶法獲得。故(B)選項不正確。
- (C)食鹽水中含有溶質食鹽（解離成 Na^+ 與 Cl^- ）與溶劑（水），加熱過程中水會逐漸汽化而逸出，食鹽水濃度則漸增；待溶液中所有的水都汽化後，最終可得到食鹽晶體。故(C)選項正確。
- (D)綠色樹葉的萃取液中含有葉綠素、葉黃素等物質，這些色素多為有機分子，因此可溶解於有機溶劑乙酸乙酯中來進行萃取。由於這些色素物質的沸點較高，例如：葉綠素的正常沸點為 1032.1°C ，而乙酸乙酯具有揮發性，沸點較低（ 77.1°C ），因此蒸餾時沸點較低的乙酸乙酯會先被餾出，殘留葉綠素於瓶中，故(D)選項不正確。
- (E)硝酸鉀與氯化鉀兩者皆為離子化合物，在水溶液中皆會解離成陰、陽離子。兩者的溶解度對於溫度的敏感度有明顯差異，如下圖所示；若欲分離混合水溶液中的硝酸鉀與氯化鉀，採用再結晶法應較為合適。故(E)選項不正確。



難 易 度：中

31. 乙酸和乙醇在硫酸催化下，可進行酯化反應如式 1，假設乙酸與乙醇皆反應完全無殘留，蒸餾後可製得乙酸乙酯。氯化氫和氫氧化鈉的水溶液可進行反應如式 2，與酯化反應類似，可產生 1 分子的水。



比較這兩類反應，試問下列敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 式 1 與式 2 的反應皆可寫成淨離子反應式： $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 (B) 乙酸與氯化氫溶於水，可解離出 H^+ ，兩者皆為電解質
 (C) 乙酸與氯化氫溶於水，可解離出 H^+ ，兩者皆為離子化合物
 (D) 利用蒸餾法可取得乙酸乙酯，是利用產物間沸點不同的性質做分離
 (E) 式 2 為放熱反應

答 案：(B)(D)(E)

命題出處：化學（全）第 1 章 物質的分類與組成

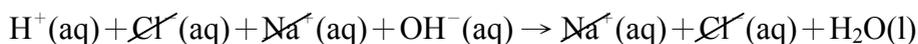
第 2 章 化學式與化學計量

第 3 章 溶液與常見的化學反應

測驗目標：測驗考生對於物質性質的認知，能將不同物質的特性運用在反應及分離上來進行判斷。

詳 解：題目敘述的式 1 為酯化反應，其中乙酸 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 為水溶液，乙酸為弱酸，在水中不完全解離，反應如右： $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$ ，因此溶液中主要以 CH_3COOH 分子形式存在；乙醇與乙酸乙酯為不解離的非電解質化合物。式 2 為酸鹼中和反應，其中 $\text{HCl}(\text{aq})$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 及 $\text{NaCl}(\text{aq})$ 皆屬於強電解質，在水中皆會完全解離。

(A) 式 2 為強酸與強鹼的中和反應，其中 $\text{HCl}(\text{aq})$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 及 $\text{NaCl}(\text{aq})$ 皆在水中完全解離，因此式 2 可改寫如下：



將旁觀離子消去後可得到淨離子反應式為 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

式 1 與式 2 為不同類型的反應，其中乙酸為弱電解質，乙醇與乙酸乙酯皆為不解離的非電解質，因此式 1 無法呈現淨離子反應式；故(A)選項不正確。

(B)(C) 乙酸 CH_3COOH 與氯化氫 HCl 皆為分子化合物中的酸性物質，溶於水中可解離出 H^+ ；兩者皆為電解質。故(B)選項正確、(C)選項不正確。

(D) 在式 1 中，產物乙酸乙酯的揮發性較水高，且兩者的沸點高低順序為 $\text{H}_2\text{O} (100^\circ\text{C}) > \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 (77.1^\circ\text{C})$ ；因此利用蒸餾法可分離這兩樣產物，可先餾出乙酸乙酯。故(D)選項正確。

(E) 式 2 為強酸與強鹼的中和反應，酸鹼中和反應後溶液溫度會上升，屬於放熱反應，故(E)選項正確。

難 易 度：中

32. 萊克多巴胺俗稱「瘦肉精」，可作為動物飼料添加物，用以幫助肌肉生長，減少體脂肪。將「瘦肉精」樣品進行元素分析，發現含有重量百分比 71.75% 的碳、7.65% 的氫、4.65% 的氮與 15.95% 的氧，試問其分子式為何？（原子量：H=1.0，C=12.0，N=14.0，O=16.0）

- (A) $C_{18}H_{24}N_2O_2$ (B) $C_{17}H_{22}N_2O_2$ (C) $C_{18}H_{23}NO_3$
 (D) $C_{17}H_{21}NO_4$ (E) $C_{17}H_{21}N_2O_3$

答 案：(C)

命題出處：化學（全）第 2 章 化學式與化學計量

測驗目標：測驗考生能否從化合物的組成元素之重量百分比，計算得知組成元素的比例，再進一步推求出化合物的分子式。

詳 解：將萊克多巴胺的元素重量組成除以該元素的原子量，即為該元素的原子莫耳數；原子莫耳數比等於原子個數比，可得到該物質的化學式。

樣品的元素分析得知：71.75% 的碳、7.65% 的氫、4.65% 的氮、15.95% 的氧，

$$\begin{aligned} \text{因此 } C : H : N : O &= \frac{71.75\%}{12.0} : \frac{7.65\%}{1.0} : \frac{4.65\%}{14.0} : \frac{15.95\%}{16.0} \\ &= 5.98 : 7.65 : 0.33 : 0.99 \\ &= 18 : 23 : 1 : 3 \end{aligned}$$

由 N 與 O 可看出
個數比為 1 : 3

故萊克多巴胺的分子式為 $C_{18}H_{23}NO_3$ 。故(C)選項正確。

難 易 度：中

33. 關於聚合物的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 纖維素與澱粉都是以葡萄糖為單體的聚合物
 (B) 蛋白質是以核苷酸為單體的聚合物
 (C) DNA 是以葡萄糖與胺基酸為單體交錯形成的聚合物
 (D) 脂肪是以脂肪酸為單體的聚合物
 (E) RNA 是以核苷酸為單體的聚合物

答 案：(A)(E)

命題出處：化學：化學（全）第 4 章 生活化學

生物：生物（全）第 1 章 細胞的構造與功能

選修生物 I 第 1 章 細胞的構造與功能

測驗目標：化學：測驗考生對於生活中常見有機物質的認識，且能區別化合物與聚合物。
 生物：生物體內的聚合物及其組成

詳 解：化學：(A) 纖維素與澱粉都屬於多醣類，它們兩者都是由葡萄糖作為單體所形成的聚合物。故(A)選項正確。

(B) 蛋白質是以 α -胺基酸為單體所形成的聚合物，故(B)選項不正確。

(C) DNA 稱為去氧核糖核酸，它是以核苷酸與四種鹼基 A、T、C、G 所組合形成的聚合物，故(C)選項不正確。

(D)脂肪的主要成分為三酸甘油酯，是由甘油與脂肪酸所形成的巨大分子，不屬於聚合物，故(D)選項不正確。

(E) RNA 稱為核糖核酸，它是以核苷酸與四種鹼基 A、U、C、G 所組合形成的聚合物，故(E)選項正確。

生物：(B)蛋白質是以胺基酸為單體的聚合物。

(C) DNA 是以核苷酸為單體的聚合物；以葡萄糖與胺基酸為單體交錯形成的聚合物為肽聚糖。

(D)脂肪不是聚合物。

難易度：化學：易

生物：中偏易

34. 圖 7 是三種氣體於不同溫度下在水中的溶解度。此外，小華上網查了 CO_2 於 0°C 、 20°C 、 40°C 與 60°C 在水中的溶解度，分別是 0.334、0.169、0.097、0.058（單位：g / 100 g 水）。下列相關的敘述，何者正確？

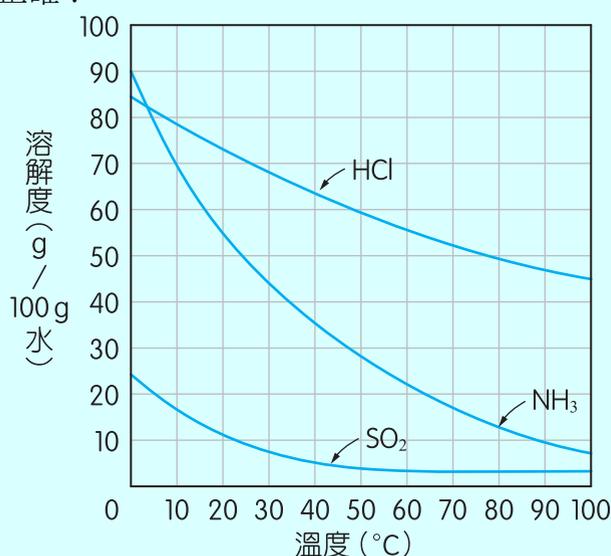


圖 7

(甲) 在 0°C 時，氣體在水中的溶解度大小順序為 $\text{NH}_3 < \text{HCl} < \text{SO}_2$

(乙) 在 $0 \sim 60^\circ\text{C}$ 之間，溫度升高時，氣體在水中的溶解度降低

(丙) 將 4°C 含 CO_2 氣泡飲料喝入體內時，會產生打嗝現象，主要是受到溫度變化的影響

(A) 只有甲

(B) 只有乙

(C) 只有丙

(D) 甲與乙

(E) 乙與丙

答 案：(E)

命題出處：化學（全）第 3 章 溶液與常見的化學反應

測驗目標：測驗考生對於溶解度的認知，且能從圖形曲線提供的資料，分析圖表趨勢，推論題目各項敘述的正確性與合理性。

詳 解：由題目敘述可知：溫度愈高， CO_2 在水中的溶解度愈低；觀察題圖 7，溫度升高，三種氣體 HCl、 SO_2 、 NH_3 對水的溶解度同樣會漸低。

(甲) 觀察題圖 7， 0°C 時，三種氣體的溶解度高低順序為 $\text{NH}_3 > \text{HCl} > \text{SO}_2$ 。

故 (甲) 敘述不正確。

(乙) 在 $0 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 間，三種氣體的曲線都是隨著溫度升高、溶解度逐漸降低，因此(乙)敘述為正確。

(丙) 將 4°C 含 CO_2 的氣泡飲料喝入人體內，由於人體體溫約 37°C ，對於 CO_2 而言，溫度升高會使得溶解度降低，因此溶解在飲料中的 CO_2 快速逸出而使人產生打嗝的現象。故(丙)敘述正確。

綜合上列各點敘述與分析，(乙)與(丙)正確，故(E)選項正確。

難易度：易

35.、36. 題為題組

氧化亞銅為一種半導體材料，其奈米粒子會懸浮在水中，表面可以吸收光能，將二氧化碳轉化成甲醇(CH_3OH)與氧氣，但氧化亞銅奈米粒子並不會被消耗。持續通入二氧化碳於含氧化亞銅的水溶液中使反應進行，發現光照期間，可觀察到氧氣生成；若將光源關閉，則沒有氧氣生成。

35. 關於實驗結果與推論的敘述，下列哪些正確？(應選3項)

- (A) 二氧化碳進行還原作用產生甲醇
- (B) 含有二氧化碳的水溶液呈鹼性
- (C) 光照是產生甲醇的必要條件
- (D) 此反應所產生的甲醇與氧氣均難溶於水中
- (E) 此光照反應式為： $2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2$

答 案：(A)(C)(E)

命題出處：化學(全)第1章 物質的分類與組成
 第2章 化學式與化學計量
 第3章 溶液與常見的化學反應
 第4章 生活化學

情境素養試題

測驗目標：測驗考生能否理解新穎材料的應用，且能釐清題目所敘述的反應類型，推知反應當中各物質間的關係與特性。

詳 解：依據題目敘述，氧化亞銅 Cu_2O 奈米粒子可吸收光能，促使二氧化碳轉化成甲醇與氧氣，但其自身不會被消耗，可推知奈米氧化亞銅粒子在此反應中作為光觸媒，即催化劑。反應如右： $2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{奈米 Cu}_2\text{O}} 2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2$

(A) 從反應式可看出，二氧化碳 CO_2 被水還原，形成產物甲醇 CH_3OH ，此過程中 C 原子去 O 加 H 即為還原反應。此外，亦可採用氧化數來判斷： CO_2 中 C 的氧化數為 +4， CH_3OH 中 C 的氧化數為 -2，氧化數降低為得電子的還原反應。故(A)選項正確。

(B) 二氧化碳 CO_2 溶於水會形成碳酸， $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ ，其水溶液呈酸性。故(B)選項不正確。

(C)依題目敘述：『……若將光源關閉，則沒有氧氣生成』表示照光是使反應向右生成產物的必要條件。故(C)選項正確。

(D)反應所產生的甲醇易溶解於水中，而氧氣則難溶於水。故(D)選項不正確。

(E)此光照反應式平衡係數為 $2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2$ 。故(E)選項正確。

難易度：中

36. 經過更仔細的實驗觀察，發現另有少量為氫氣的副產物生成，可能是在光照下，水亦可被分解為氫氣與氧氣，反應式為： $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 。若某次實驗結果的氣體產物為氧氣 1.40 莫耳與氫氣 0.40 莫耳。試問該次實驗生成多少莫耳的甲醇？

(A) 0.40

(B) 0.60

(C) 0.80

(D) 1.00

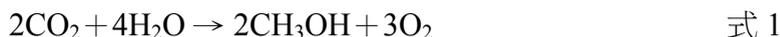
(E) 1.20

答案：(C)

命題出處：化學（全）第 2 章 化學式與化學計量

測驗目標：測驗考生能否從題目訊息中釐清反應的差異，並使用化學計量運算、了解不同反應間的關係。

詳解：依據題目敘述，氧化亞銅奈米粒子所催化的反應如下：



而光照下另有反應發生，如下：



這兩個反應都有氧氣產生，因此需釐清氧氣的生成。

題目所述：實驗結果的氣體產物為氧氣 1.40 莫耳與氫氣 0.40 莫耳，因此由式 2：



0.40 莫耳 H_2 0.20 莫耳 O_2 \Rightarrow 表示在式 2 中生成氧氣 0.20 莫耳

故在式 1 中生成的氧氣為 $1.40 - 0.20 = 1.20$ (莫耳)

式 1 中，甲醇與氧氣的係數比為 2 : 3

$\text{CH}_3\text{OH} : \text{O}_2 = 2 : 3 = x : 1.20 \Rightarrow x = 0.80$ ，故(C)選項正確。

難易度：難

第貳部分、混合題或非選擇題 (占 56 分)

說明：本部分共有 6 題組，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

37. ~ 39. 題為題組

虱目魚原為海生魚類，但可被漁民養殖在鹹水池或淡水池裡，而且淡水養殖的生產效率高於鹹水養殖。虱目魚不耐低溫，發生寒害時，鹹水池的虱目魚死亡率遠低於淡水池的。學者研究發現，鹹水魚耐寒的特性可能與調鈣蛋白（Regucalcin, RGN）有關。

RGN 能與鈣離子結合，藉著鈣離子所調控的基因表現網絡，影響生物體對低溫的調適能力。為此，研究者先檢測虱目魚不同器官的組織，測得 RGN 基因所表現的 mRNA 量（RGN mRNA）。此量值相對於管家基因（即經常性表現維持細胞存活之一般基因）的數值如圖 8 甲所示。同時，也測得長期養殖在鹹水池和淡水池虱目魚的 RGN mRNA 數量差異，如圖 8 乙所示。

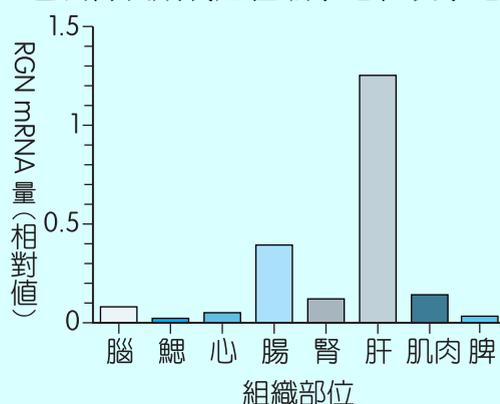


圖 8 甲

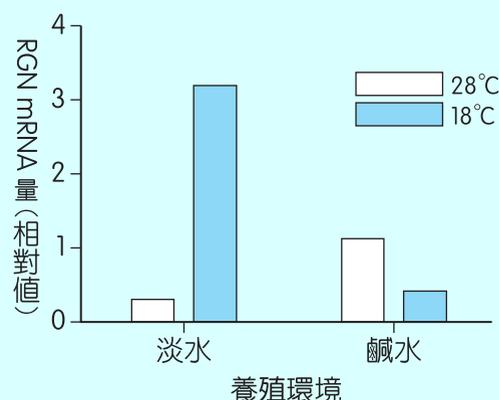


圖 8 乙

37. 根據圖 8 甲及圖 8 乙的資訊，下列哪些正確？（應選 3 項）

- (A) RGN 基因的表現量在器官之間有明顯的不同
- (B) 抗低溫的機制可能和 RGN 有關而與離子濃度無關
- (C) 對低溫產生適應的生理調整不只牽涉 RGN 基因產物
- (D) RGN mRNA 之生成量對淡水魚適應低溫是必要的
- (E) 從試驗設計觀點，產生圖 8 乙的資料取自血液樣本

答 案：(A)(C)(D)

命題出處：生物（全）第 2 章 遺傳

測驗目標：圖表判讀、基因表現

詳 解：(B) 文本提到抗低溫的機制和調鈣蛋白（RGN）有關，且 RGN 可和鈣離子結合，故可推論應與鈣離子濃度有關。

(E) 根據題圖甲，RGN mRNA 相對表現量較高的組織部位為腸與肝，故題圖乙應優先取此兩部位的組織觀察，RGN mRNA 變化量應更為明顯。

難 易 度：中偏難

38. 為了試驗虱目魚對抗低溫之調適能力，研究者分別將畜養於 28 °C 淡水池和鹹水池的魚移置 18 °C，並逐時測量 RGN mRNA 的量，再以各自 0 時數值為基準值進行校正，得資料如表 2 所示。

表 2

養殖池別	時間 (小時)						
	0	6	12	24	48	96	168
甲	1.0	1.3	1.4	1.8	2.5	3.2	3.3
乙	1.0	3.0	3.5	2.5	1.3	0.9	0.8

(a) 圖 9 甲為表 2 養殖池甲之虱目魚移到 18 °C 環境下，其 RGN mRNA 生成量隨時間的變化情形。試參考圖 9 甲的繪圖方式，於圖 9 乙中補足表 2 養殖池乙之虱目魚 RGN mRNA 之變化趨勢。(1 分)

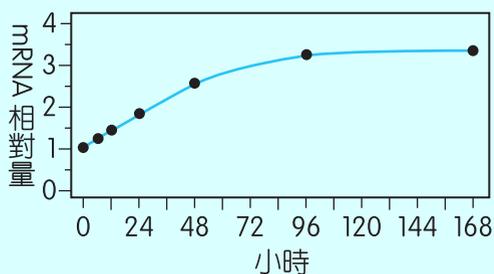


圖 9 甲

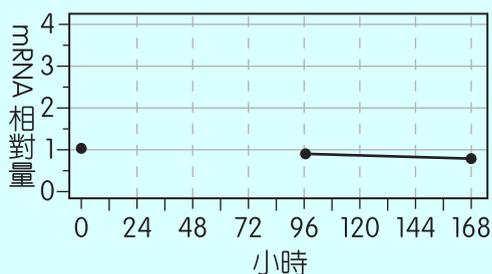
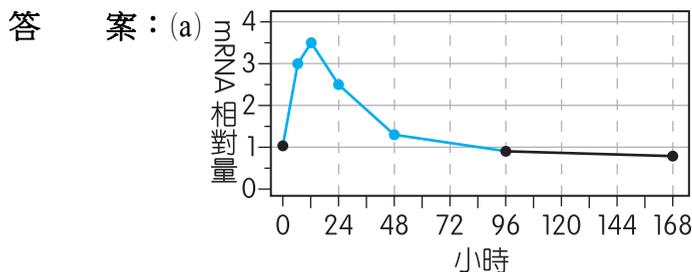


圖 9 乙

(b) 從圖 8 及圖 9 甲綜合判斷圖 9 甲應該是來自哪種養殖池？並說明判斷理由。

來自哪種養殖池？(擇一打勾, 1 分)	判斷理由 (2 分)
<input type="checkbox"/> 鹹水 <input type="checkbox"/> 淡水	



(b) 淡水；根據文本與圖表，來自淡水池的虱目魚體內 RGN mRNA 相對量在低溫環境下升高許多，鹹水池則沒有升高，甚至降低。

命題出處：生物(全)第 2 章 遺傳

測驗目標：圖表判讀與繪製、基因表現

詳 解：如答案所列。

難 易 度：中

39. *RGN* 基因在脊椎動物中相當保守，其功能為調控細胞內的鈣離子。此基因也被發現和生物體之老化相關，*RGN* 蛋白又稱衰老標記蛋白-30 (SMP30)，其含量隨年齡增加而減少。下列敘述哪些正確？(應選 3 項)

- (A) 養在鹹水池的虱目魚不表現 *RGN* 基因
- (B) *RGN* 基因可能不存在於大鼠肝細胞中
- (C) 鰻魚類應該有 *RGN* 基因，且能表達 *RGN* 蛋白
- (D) 人和大鼠的 *RGN* 基因序列相似度應該高於大鼠和小丑魚的序列相似度
- (E) 生物體中的某些單一個基因可能對應於多個不同的性狀

答 案：(C)(D)(E)

命題出處：生物(全)第2章 遺傳
第3章 演化

測驗目標：圖表判讀、基因表現、親緣關係判斷

詳 解：(A)根據題圖表，鹹水池的虱目魚也會有 *RGN* mRNA 合成，故應會表現 *RGN* 基因。
(B)若此基因在脊椎動物偏保守，故脊椎動物都具有 *RGN* 基因的機會相當大。

難 易 度：中偏易

40. ~ 43. 題為題組

海洋表面顏色(水色)的觀測，在海洋生態系的生物地球化學現象研究上極為關鍵。生態系的基礎生產力是指初級生產者所生產的有機物質。植物性浮游生物能夠吸收二氧化碳進行光合作用，是海洋生態系主要的生產者，其數量多寡影響該海域各級消費者之生物量。

通常表層營養鹽豐富的海域，有利於生產者行光合作用及繁殖，可增加基礎生產力。植物性的生產者之體內含有葉綠素會使水色從偏藍色轉向偏綠。因此，利用衛星遙測水色之變化，即可以推估當地海域的基礎生產力，進一步估計該海域之資源量。

然而，海水中葉綠素的濃度會受到海洋或大氣環境的影響而有很大的變化，圖 10 顯示某聖嬰年及某反聖嬰年十二月時(圖 10 甲與圖 10 乙並未直接對應何者為聖嬰年或反聖嬰年)，由太平洋水色影像轉換的葉綠素濃度灰階圖，它能夠明顯反映海表面植物性浮游生物的多寡。圖中灰階愈接近黑色(灰階值愈小)代表葉綠素濃度愈高，反之灰階愈接近白色(灰階值愈大)代表葉綠素濃度愈低。

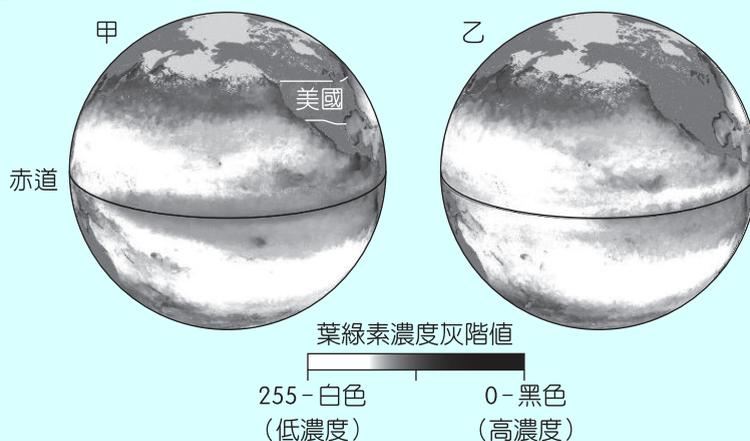


圖 10

40. (a) 圖 10 甲為_____（聖嬰、反聖嬰）年之水色影像圖。（1 分）
 (b) 圖 10 甲中，美國本土西岸近海有很_____（高、低）的葉綠素濃度。（1 分）
 (c) 圖 10 甲與圖 10 乙可知，不論在聖嬰年或反聖嬰年，美國本土西岸近海的葉綠素濃度主要受到何種海水運動的影響？（2 分）

答 案：(a)反聖嬰
 (b)高
 (c)湧升流

命題出處：地球科學（全）第 4 章 深藍的脈動

測驗目標：根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

詳 解：(a)、(b)反聖嬰年時，太平洋熱帶海表面的東風更為強勁，赤道附近表面海流與太平洋東側湧升流也隨之增強，提供來自深層的營養鹽，造成葉綠素濃度升高，海洋生產力上升。
 (c)在美國西岸，特別是加州沿岸，加利福尼亞涼流向南流動，受科氏力影響產生艾克曼輸送（Ekman transport），會將表層海水推向外海（向西），形成湧升流區域。

難 易 度：(a)易；(b)易；(c)難

41. 關於圖 10 甲與圖 10 乙，以下描述哪些正確？（應選 3 項）

- (A)太平洋赤道地區的洋流流速與流向能夠影響葉綠素濃度的分布
 (B)因為反聖嬰年時赤道的西風較弱，圖 10 乙赤道地區的葉綠素的濃度比圖 10 甲低
 (C)由於反聖嬰年時太平洋貿易風（信風）增強，圖 10 甲中赤道地區的高濃度葉綠素的分布範圍相較於圖 10 乙更向西延伸
 (D)圖 10 甲、乙兩圖在中緯度地區，高濃度葉綠素的分布範圍與北太平洋的表面洋流系統有關
 (E)圖 10 甲、乙在南太平洋澳洲東側沿岸區域皆可觀測到高濃度的葉綠素，這主要是由於當時海表層水面溫度較低，促進生物的葉綠素合成反應

答 案：(A)(C)(D)

命題出處：地球科學（全）第 4 章 深藍的脈動

測驗目標：根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

詳 解：(B)赤道地區的葉綠素濃度是因為太平洋海表面盛行東風，驅動海流向西流動，與西風無關。
 (E)南太平洋澳洲東側有東澳暖流經過，營養鹽較少且海表層水面溫度較高，不利於生產者行光合作用與繁殖。

難 易 度：中偏難

42. 某海洋生態系中，矽藻是磷蝦的食物，而磷蝦為鯨魚的食物。矽藻的生長需要鯨魚排泄物中的鐵離子。依此敘述，若此海域鯨魚瀕臨局部滅絕，經長時間觀察可能會發現哪些現象？（應選 2 項）

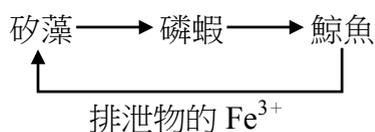
- (A) 水色的灰階值變小
- (B) 矽藻的數量上升
- (C) 磷蝦的數量下降
- (D) 生態系總生物質量上升
- (E) 該生態系統面臨崩解

答 案：(C)(E)

命題出處：國中自然一下 生物與環境
選修生物IV 生物多樣性

測驗目標：根據食物鏈等生物間的交互作用判斷生態系未來發展

詳 解：將題幹提到的三種生物繪製成食物鏈如下：



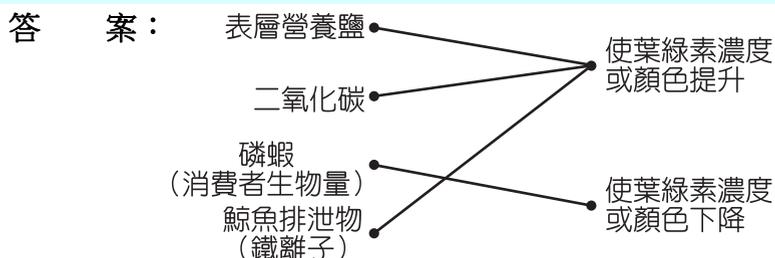
故當鯨魚局部滅絕，磷蝦天敵減少，一開始數量漸增；但矽藻缺乏鯨魚排泄物提供鐵離子，且磷蝦數量增加、對矽藻的攝食也增加，故可推測矽藻數量會快速銳減；最終導致磷蝦也因缺乏食物而數量減少，使整個生態系瀕臨崩解。

(A) 水色的灰階值變大。(B) 矽藻的數量減少。(D) 生態系總生物質量下降。

難 易 度：中偏易

43. 海水中葉綠素的濃度會受到海洋或大氣環境的影響而有很大的變化。依文本及上題題幹之資訊，以直線連接影響海水葉綠素濃度（水色）的因子。（4 分）

- | | | |
|------------|---|---------------|
| 表層營養鹽 | • | • 使葉綠素濃度或顏色提升 |
| 二氧化碳 | • | |
| 磷蝦（消費者生物量） | • | • 使葉綠素濃度或顏色下降 |
| 鯨魚排泄物（鐵離子） | • | |



命題出處：國中自然一下 生物與環境
選修生物IV 生物多樣性

測驗目標：根據食物鏈等生物間的交互作用判斷生態系未來發展

詳 解：根據文本與上題題幹，表層營養鹽和二氧化碳有助於生產者（矽藻）行光合作用、鯨魚排泄物有助於矽藻生長，故可使葉綠素濃度或顏色提升；磷蝦食用矽藻，故應會使葉綠素濃度或顏色下降。

難 易 度：中偏易

44. ~ 46. 題為題組

阿明 10 月底在花東山區野外調查時，手機沒有訊號，所幸身上有乾濕球溫度計、氣壓計與收音機。此時他從收音機的新聞播報得知中央氣象署已針對康芮颱風發布了颱風警報：「強烈颱風康芮 30 日 11 時中心位置在鵝鑾鼻東南方約 470 公里的海面上，中心氣壓 915 百帕，近中心最大風速每秒 53 公尺，達 16 級風，7 級風暴風半徑 320 公里，10 級風暴風半徑 120 公里，以每小時 19 公里速度向西北進行」，圖 11 為康芮颱風的路徑預報圖。根據以上資訊回答 44 至 46 題。

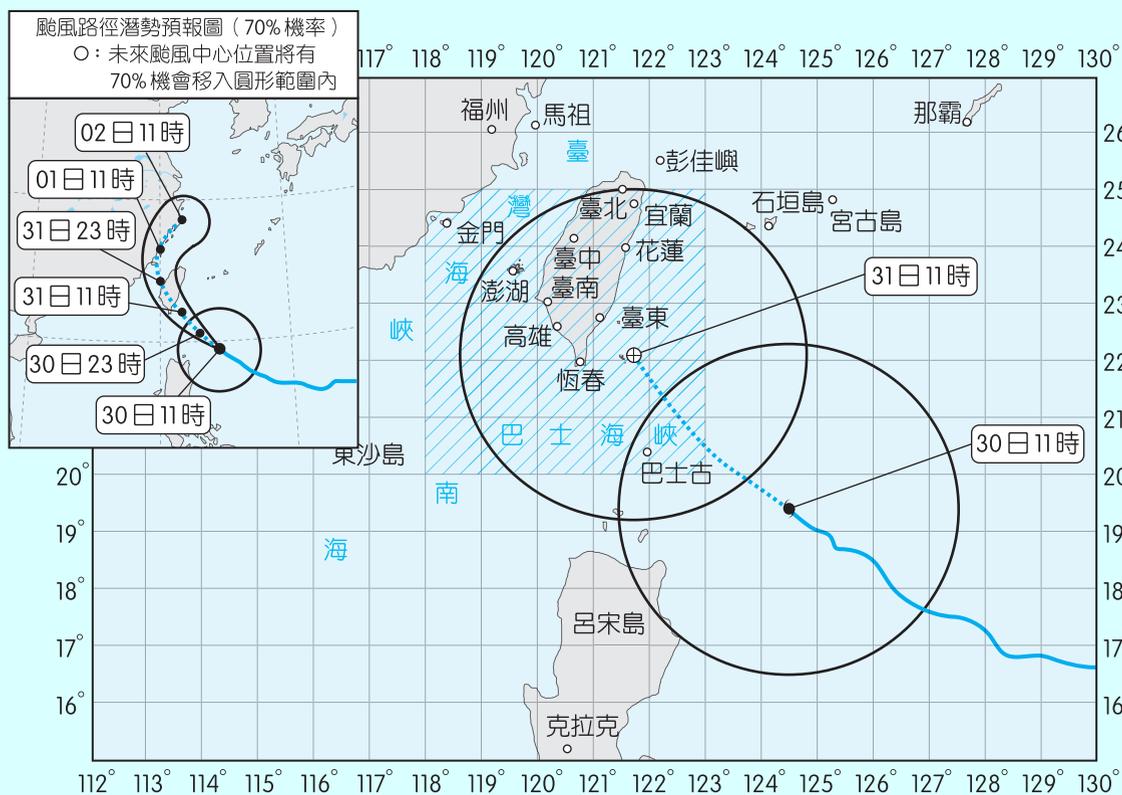


圖 11

44. 為了估計自己所在高度，阿明先從收音機獲得山下的基本氣象資料（氣溫、氣壓、濕球溫度、相對濕度等），再利用山下與所在位置所量到之資料的差異推估高度，在地球大氣的分布為正常情況下，下列哪些方法不可行？（應選 2 項）

- (A) 測量氣溫，以氣溫每 1 公里下降 6.5°C 估計
- (B) 測量氣壓，以氣壓每 1 公里下降 100 百帕估計
- (C) 測量濕球溫度，以濕球溫度每 1 公里下降 10°C 估計
- (D) 測量水的沸點，以水的飽和曲線推估氣壓，再以氣壓每 1 公里下降 100 百帕估計
- (E) 測量相對濕度，再以相對濕度每 1 公里下降 10% 估計

答 案：(C)(E)

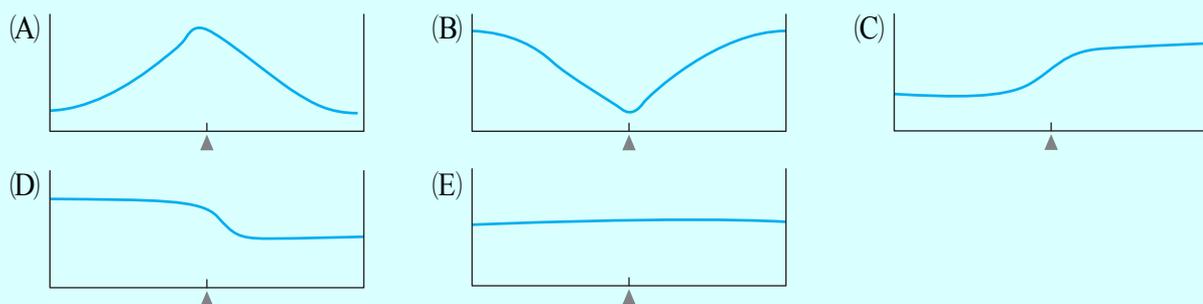
命題出處：地球科學（全）第 3 章 千變萬化的大氣

測驗目標：根據資料或科學探究情境，進行科學性分析（包含：觀察、分類、關係或結論）

詳解：(C)濕球溫度是指對一塊空氣進行加濕，其飽和（相對濕度達到 100%）時所達到的溫度，濕球溫度由當時的氣溫與濕度決定，沒有一定的垂直遞減率。
(E)相對濕度由當時的氣溫與水氣含量決定，不具有一定的垂直遞減率。

難易度：中偏難

45. 若颱風移動方向與移速變化不大，中心將在 31 日 15 時通過阿明所在地區，阿明從 31 日 03 時到 01 日 03 時連續觀測氣壓，並將其隨時間之變化畫圖記錄，各圖的橫軸是時間往右增加，三角形代表 31 日 15 時，下列何者最可能是氣壓隨時間變化的曲線？



答案：(B)

命題出處：地球科學（全）第 3 章 千變萬化的大氣

測驗目標：找出文本、數據、式子或圖表等資料的特性、規則或關係

詳解：低氣壓系統逐漸靠近到通過其所在地區時，當地的氣壓會先下降後回升，其中氣壓最低時為低氣壓壟罩之時。

難易度：易

46. (a) 康芮颱風過去路徑幾近直接朝向臺灣而來，試問形成這種路徑主要受到什麼天氣系統影響？（1 分）
(b) 若康芮颱風以東南往西北的方向通過蘭嶼上空，試問颱風中心通過蘭嶼前後三小時左右，當地主要風向最可能的變化為何？（2 分）
(c) 假使此時南海大約同一個緯度上還有另一強度相當的颱風，此兩颱風彼此會互相影響，產生藤原效應。藤原效應是兩個颱風相互靠近牽制的現象，會使兩個颱風移動路徑受到影響，通常使兩颱風以共同質量中心作逆鐘向互繞運動，增加路徑預報之難度。若康芮颱風和此位在南海的颱風產生藤原效應，中央氣象署將會對康芮颱風的移動路徑往哪一個方向做修正？（1 分）

答案：(a)副熱帶高壓（太平洋高壓）

(b)東北風轉西南風

(c)北方

命題出處：地球科學（全）第 3 章 千變萬化的大氣

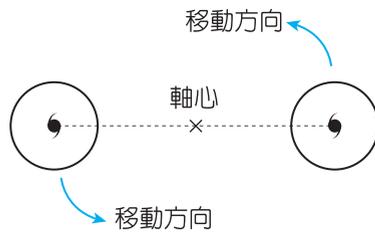
測驗目標：根據資料或科學探究情境，進行科學性分析（包含：觀察、分類、關係或結論）

詳 解：(a)副熱帶高壓（太平洋高壓）強度與位置的改變是造成颱風路徑改變的主因。

(b)颱風是逆時鐘旋轉的環流，當颱風通過蘭嶼前，蘭嶼吹東北風，當颱風通過蘭嶼後，蘭嶼風向轉變成西南風，如右圖。



(c)當兩個強度相當的颱風產生藤原效應時，兩個颱風將改變原先預估的可能路徑，呈現逆鐘向互繞，康芮颱風移動方向可能往北方修正，如下圖。



難 易 度：(a)易；(b)中偏易；(c)難

47. ~ 49. 題為題組

2024 年諾貝爾物理學獎主題是仿效腦部神經網路，藉由變化數據節點之間連通的強弱，奠定人工智慧（AI）的基礎。圖 12 為探究神經細胞之間的連通機制，是 1963 年諾貝爾生理學或醫學獎主題的示意圖。通過神經細胞膜傳訊的機制放大圖如圖 13。

電路模型如圖 14，模型中 C_M 代表細胞膜的內、外表面，以及其間的不導電物質。 R_{Na} 與 R_K 為可變電阻，可以改變神經細胞之間連通的強弱，以處理資訊。其中 E_{Na} 、 E_K 與 E_L 分別為離子 Na^+ 、 K^+ 與其他離子的平衡電壓，相當於等效電池，可以推送或聚集對應的離子，維持細胞內外離子濃度差異。

已知平衡電壓為 $E = -\frac{\alpha T}{e} \log\left(\frac{n_{內}}{n_{外}}\right)$ ，其中 $n_{內}$ 與 $n_{外}$ 分別為細胞內部與外部的離子濃度， $\alpha > 0$ 為轉換常數， T 為絕對溫度， e 為基本電量。依據以上資料回答下列問題。

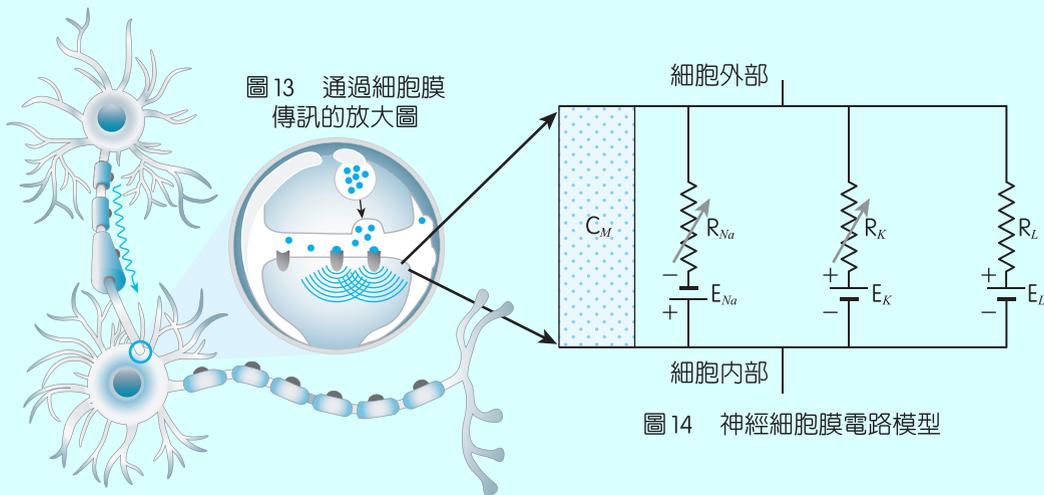


圖 12 神經細胞之間傳訊示意圖

圖 14 神經細胞膜電路模型

47. 下列選項的單位，哪些與能量相同？（應選 2 項）

- (A) eE
- (B) T
- (C) $\frac{\alpha}{e}$
- (D) $\frac{T}{e}$
- (E) αT

答 案：(A)(E)

命題出處：物理（全）第 1 章 科學的態度與方法

測驗目標：認識、理解重要的科學名詞和定義

詳 解：許多自然科學所需的測量，包含物理量，是經由基本物理量的測量再計算而得。

閱讀理解題目敘述的重點。從平衡電壓的數學關係式 $E = -\frac{\alpha T}{e} \log\left(\frac{n_{\text{內}}}{n_{\text{外}}}\right)$ 知道， eE 與數學關係式對照理解，對數處理後並無單位，因此移項後判斷 eE 及 αT 的單位與能量相同。

難 易 度：中

48. 假設 $n_{\text{內}}$ 與 $n_{\text{外}}$ 維持恆定，則在攝氏 27 度時的平衡電壓量值約是在攝氏 17 度時的多少倍？

(A) $\frac{27}{17}$

(B) $\frac{17}{27}$

(C) $\frac{300}{290}$

(D) $\frac{290}{300}$

(E) $\frac{38}{36}$

答 案：(C)

命題出處：物理（全）第 5 章 能 量

測驗目標：認識、理解重要的科學名詞和定義

詳 解：本題重點需知道教材內容克氏溫標（絕對溫標）。

絕對溫度愈高，代表物體中原子的平均動能愈大。絕對溫標（absolute temperature scale），規定每度之間的大小與攝氏溫標相同，但取 -273.15°C 為絕對溫標的零點。絕對溫標也稱「克氏溫標」，其單位記為 K。在此定義下，絕對溫度 T (K) 與攝氏溫度 t ($^{\circ}\text{C}$) 之間的換算關係為 $T(\text{K}) = 273.15 + t(^{\circ}\text{C})$ 。

觀察平衡電壓的方程式，了解細胞內部與外部的離子濃度 $n_{\text{內}}$ 與 $n_{\text{外}}$ 維持恆定，則平衡電壓量值與絕對溫度 T 成正比。攝氏 27 度等於 $273.15 + 27 \div 300$ (K)，攝氏 17 度等於 $273.15 + 17 \div 290$ (K)。故在攝氏 27 度時的平衡電壓量值約是在攝氏 17 度時的 $\frac{300}{290}$ 倍，(C) 正確。

難 易 度：中

49. 圖 15 為科學家探究細胞膜 Na^+ 通道在導通狀況下的簡化直流電路，電壓 V 為細胞內外的電位差， I_{Na} 為 Na^+ 電流。假設 Na^+ 通道的 $I_{\text{Na}}-V$ 特性為線性，且 E_{Na} 為定值。圖 16 為實驗分析結果的數據與趨勢線，縱軸為電流 I_{Na} ，橫軸為電壓 V 。若已知 $V = E_{\text{Na}} + I_{\text{Na}}R_{\text{Na}}$ ，試分析並計算鈉離子通道的(a)平衡電壓 E_{Na} ，(b)電阻值 R_{Na} 。(4 分)

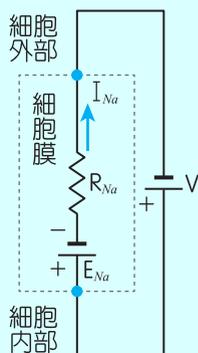
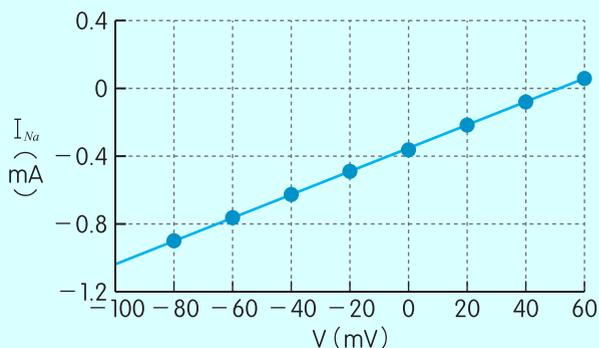


圖 15

圖 16 Na^+ 通道的 I-V 特性

答 案：(a)接近 50 mV
(b)約 150 Ω (在 140 ~ 150 Ω 間)

命題出處：物理(全)第 5 章 能 量
探究與實作

測驗目標：根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納；根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：閱讀理解題意，「科學家探究細胞膜 Na^+ 通道在導通狀況的簡化直流電路，電壓 V 為細胞內外的電位差， I_{Na} 為 Na^+ 電流。假設 Na^+ 通道的 $I_{\text{Na}}-V$ 特性為線性，且 E_{Na} 為定值。依據實驗分析結果的數據與趨勢線，縱軸為電流 I_{Na} ，橫軸為電壓 V ，由已知的關係式 $V = E_{\text{Na}} + I_{\text{Na}}R_{\text{Na}}$ ，分析與計算鈉離子通道的平衡電壓 E_{Na} 及電阻值 R_{Na} 。」

(a)分析平衡電壓 E_{Na} ，利用直尺對正縱坐標 $I_{\text{Na}} = 0$ 時，橫坐標的 V 正好位於 40 ~ 60 之間，接近 50 mV。

(b)計算電阻值 R_{Na} ，任取 Na^+ 通道的 I-V 特性趨勢圖中的兩組數據 (X, Y)，代入已知的關係式 $V = E_{\text{Na}} + I_{\text{Na}}R_{\text{Na}}$ ，計算斜率或解出方程式，可得到電阻值約在 140 ~ 150 Ω 。

(註：本小題測驗考生閱讀理解能力，也測驗考生探究與實作的數據分析及如何解讀推理的能力)

難 易 度：難

50. ~ 54. 題為題組

奈米級的二氧化鈦 (TiO_2) 為一種光觸媒材料，當此光觸媒照光之後，可將周遭環境中的汙染物質分解，達到去汙與除臭的效果。而其原理主要是二氧化鈦光觸媒照光後，電子會從價帶躍遷到導電帶，使得二氧化鈦表面生成氫氧自由基 ($\cdot\text{OH}$) 與超氧離子 (O_2^-)，此兩者的活性很大可以將有機物分解成二氧化碳和水，達到淨化效果。

此外，二氧化鈦光觸媒亦可在光的照射下催化水裂解產生氫氣和氧氣，為綠色能源與永續發展的重要觸媒。由於二氧化鈦光觸媒的導電帶與價帶的能階差 (亦稱為能隙) 大約為 3.20 eV ，故所照的光源中光子能量必須高於此能量才能啟動催化反應，為了提升其催化活性與效率，許多研究利用不同的金屬摻雜來改善材料特性。

某研究團隊發現於二氧化鈦奈米材料中摻雜少量的鋅離子 (Zn-TiO_2) 後，會改變能隙，並提升催化水裂解的效率。根據上述資訊及所學，回答下列問題。

50. 下列與上文相關的敘述，哪些正確？(應選 2 項)

- (A) 提供電子能量必可使電子由價帶跳到導電帶
- (B) 電子位於價帶的能量比位於導電帶低
- (C) 可利用改變光的入射角來調變光源中光子的能量
- (D) 加大照光強度與面積可能促使無法躍遷的電子躍遷
- (E) 增高照射的光頻率可能促使無法躍遷的電子躍遷

答 案：(B)(E)

命題出處：物理 (全) 第 6 章 量子現象

測驗目標：認識、理解重要的科學名詞和定義；認識、理解基本的科學現象、規則、學說、定律

詳 解：課綱內容說明光具有粒子性，光子能量 $E = hf$ ，與其頻率 f 成正比。提供電子特定的能量可使電子由低能階躍遷至高能階。

題目指出，「二氧化鈦光觸媒的導電帶與價帶的能階差，亦稱為能隙，大約 3.20 eV ，故所照的光源中光子能量必須高於此能量才能啟動催化反應。為了提升其催化活性與效率，許多研究利用不同的金屬摻雜來改善材料特性。」由此說明判斷選項是否正確。

(A) 「提供電子能量必可使電子由價帶跳到導電帶」。這一段話錯在「必可」，應改為可能，也就是不一定，需提供電子特定的能量，才能使其從低能階躍遷到高能階。故(A)錯誤。

(B) 電子吸收能量，從低能階躍遷到高能階。故電子位於價帶的能量比位於導電帶低，(B)正確。

(C) 光子能量 $E = hf$ ，與入射角無關，故改變光的入射角無法調變光源中光子的能量，(C)錯誤。

(D) 光子能量 $E = hf$ ，與光強度及面積無關。加大照光強度與面積無法增加光子的能量，因此不可能使無法躍遷的電子躍遷，故(D)錯誤。

(E) 光子能量 $E = hf$ ，與其頻率 f 成正比，故增加照射的光頻率，可以增加光的能量，因此可能促使無法躍遷的電子躍遷，(E)正確。

難 易 度：中

51. (a) 欲啟動未摻雜二氧化鈦光觸媒的催化反應，可允許之最長波長約為多少 nm？
 ($h=6.63\times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、 $1\text{ eV}=1.6\times 10^{-19} \text{ J}$ 、真空光速= $3.0\times 10^8 \text{ m/s}$) (2分)
- (b) 摻雜少量的鋅離子於二氧化鈦 (Zn-TiO_2) 後，恰可以使用波長 400 nm 的光激發催化。試在答題卷作答區中填入摻雜鋅離子後的奈米級二氧化鈦能隙變化，並說明理由。(2分)

	未摻雜的二氧化鈦 (TiO_2)	摻雜少量鋅離子於二氧化鈦 (Zn-TiO_2)
能隙	3.2 eV	_____ 3.2 eV (空格填入 >、< 或 =)
說明理由		

答 案：(a) 387.5 nm

(b) <，以光子能量 $E=hf$ ，與其頻率 f 成正比解題。 $E=hf=\frac{hc}{\lambda}=\frac{1240}{400}=3.1 \text{ (eV)}$ ，

此答案小於 3.2 eV

命題出處：物理(全)第6章 量子現象

測驗目標：根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

詳 解：閱讀且理解題意。

(1) 光觸媒原理主要是二氧化鈦光觸媒照光後，電子會從價帶躍遷到導電帶，使得二氧化鈦表面生成氫氧自由基 ($\cdot\text{OH}$) 與超氧離子 (O_2^-)，此兩者的活性很大可以將有機物分解成二氧化碳與水，達到淨化效果。

(2) 「電子會從價帶躍遷到導電帶」，這句話說明電子在導電帶的能量高於價帶。光具有粒子性，光子能量 $E=hf$ ，與其頻率 f 成正比。

(3)(a) $E=hf=\frac{hc}{\lambda}$ ，其中 $hc=6.63\times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}\times 3.0\times 10^8 \text{ m/s}\times\frac{1\text{ eV}}{1.6\times 10^{-19} \text{ J}}\times\frac{10^9 \text{ nm}}{1 \text{ m}}$
 $=1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$ ，故 $\lambda=\frac{hc}{E}=\frac{1240}{E}=\frac{1240}{3.20}=387.5 \text{ (nm)}$

(b) 摻雜少量鋅離子於二氧化鈦 (Zn-TiO_2) 後，恰可以使用波長 400 nm 的光激發催化。故 $E=hf=\frac{hc}{\lambda}=\frac{1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}}{400 \text{ nm}}=3.1 \text{ eV}$ 。

(註：一個光子的能量 $E=\frac{hc}{\lambda}=\frac{1240 \text{ (eV}\cdot\text{nm)}}{\lambda \text{ (nm)}}$ ，而 eV 稱為電子伏特，是很小的能量單位)

難 易 度：難

52. 有關二氧化鈦光觸媒與水裂解反應的相關敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 二氧化鈦光觸媒照光後產生的氫氧自由基具有 8 個價電子
- (B) 二氧化鈦是一種可溶於水的化合物
- (C) 水裂解產生氫氣與氧氣，為一吸熱反應
- (D) 氫氧自由基將有機物分解，產生二氧化碳的過程是作為還原劑
- (E) 水裂解反應產生氫氣與氧氣，屬於氧化還原反應

答 案：(C)(E)

命題出處：化學（全）第 1 章 物質的分類與組成

第 2 章 化學式與化學計量

第 3 章 溶液與常見的化學反應

測驗目標：測驗考生對於物質之路易斯結構的了解，並能從題目敘述中分析物質的作用與反應性質

詳 解：(A) 二氧化鈦光觸媒照光後產生的氫氧自由基（ $\cdot\text{OH}$ ），其路易斯結構為 $\cdot\ddot{\text{O}}\text{:H}$ ，此粒子具有奇數個電子，即 7 個電子。故(A)選項不正確。

(B) 二氧化鈦為一種難溶於水的化合物（可從日常使用的立可白來聯想），故(B)選項不正確。

(C) 水裂解產生氫氣與氧氣的反應式為 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ ，上述反應為 H_2O 分解成氫氣與氧氣，此斷鍵過程需要能量，故為吸熱反應。

另解：上述反應式的逆向過程，此逆反應為氫氣與氧氣燃燒產生水的反應；由於燃燒反應必為放熱反應，因此正反應即為水裂解成氫氣與氧氣，反應為吸熱反應。故(C)選項正確。

(D) 氫氧自由基將有機物分解，產生二氧化碳的過程是將有機物中的 C 原子氧化成 CO_2 （C 原子最高氧化狀態），因此氫氧自由基是作為氧化劑。在此反應中，本身僅 7 個電子的氫氧自由基，易獲得 1 個電子後成為氫氧離子 OH^- ，成為滿足八隅體法則且 8 個電子的穩定粒子；氫氧自由基得到電子，本身發生還原反應，因此也可得知氫氧自由基是作為氧化劑。故(D)選項不正確。

(E) 水裂解產生氫氣與氧氣的反應式： $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ 。此過程為化合物分解成其組成元素，因此屬於氧化還原反應。故(E)選項正確。

難 易 度：中

53. 圖 17 顯示不同照光時間下，每克觸媒催化所產生的氫氣毫莫耳數 (mmol/g)，若使用 1.0 g 的觸媒進行催化反應，照光 6 小時條件下，則 Zn-TiO₂ 的氫氣產量為 TiO₂ 的幾倍？(2 分)

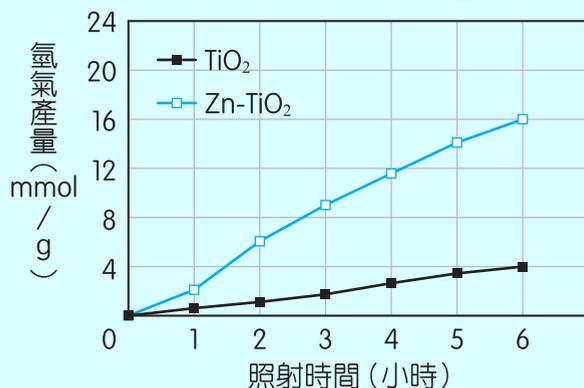


圖 17

答 案：4 倍

命題出處：探究與實作試題
情境素養試題

測驗目標：測驗考生觀察圖表，進行分析、計算的能力。

詳 解：題圖 17 的橫坐標為時間，縱坐標為每克觸媒催化所產生的氫氣毫莫耳數。題圖中照光 6 小時，每克 TiO₂ 催化產生的氫氣毫莫耳數為 4 mmol，每克 Zn-TiO₂ 催化產生的氫氣毫莫耳數為 16 mmol，因此 Zn-TiO₂ 的氫氣產量為 TiO₂ 的 4 倍。

難 易 度：易

54. 二氧化鈦光觸媒可用不同的方法製備，其中之一是將四氯化鈦與水反應產生二氧化鈦，此反應亦會同時生成氯化氫。試寫出此化學反應式（係數以最簡整數表示）。(2 分)

答 案： $\text{TiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 + 4\text{HCl}$

命題出處：化學(全)第 2 章 化學式與化學計量
情境素養試題

測驗目標：測驗考生書寫化學式的能力，且是否能夠依據題目敘述寫出化學反應式。

詳 解：書寫化學反應式：以箭頭作為反應方向，且以箭頭為分界，反應物寫在箭頭左側，產物寫在箭頭右側，最後再依據原子不滅原則，平衡反應式中各物質的係數。依題目敘述，製備二氧化鈦的反應式為 $\text{TiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 + 4\text{HCl}$ 。

難 易 度：易

55. ~ 57. 題為題組

烷類在充足的氧氣下，可進行燃燒反應，產生二氧化碳，並釋出熱量，可作為燃料使用。市售的液化天然氣是以甲烷為成分，液化石油氣則是丙烷與丁烷的混合物。表 3 為幾種烷類的分子式、分子量及莫耳燃燒熱。1 莫耳碳氫化合物完全燃燒生成二氧化碳和水時，所釋出的熱量稱為莫耳燃燒熱。

表 3

化合物	分子式	分子量	莫耳燃燒熱 (千焦耳 / 莫耳)
甲烷	CH ₄	16	890
乙烷	C ₂ H ₆	30	1560
丁烷	C ₄ H ₁₀	58	2874
戊烷	C ₅ H ₁₂	72	3509
辛烷	C ₈ H ₁₈	114	5460

55. 根據表 3 資料，下列敘述何者正確？

- (A) 因辛烷分子量較甲烷大，故 1 莫耳辛烷比 1 莫耳甲烷含有較多的分子數
 (B) 每克烷類燃燒釋出熱量的大小順序為：甲烷 > 丁烷 > 戊烷
 (C) 每克烷類燃燒釋出熱量皆大於 50 千焦耳
 (D) 燃燒 2 莫耳甲烷比燃燒 1 莫耳乙烷，所釋出的熱量要少
 (E) 由表 3 資料，可以推測己烷的莫耳燃燒熱約為 6200 (千焦耳 / 莫耳)

答 案：(B)

命題出處：化學 (全) 第 1 章 物質的分類與組成
 第 2 章 化學式與化學計量
 情境素養試題

測驗目標：了解考生對於莫耳、分子數等計量單位的概念，並測驗考生觀察、分析表格資料的能力。

詳 解：由題表 3 可看出，碳氫化合物的分子量愈大，其莫耳燃燒熱愈高，且分子量為該化合物每 1 莫耳的質量。

(A) 每 1 莫耳的物質皆具有亞佛加厥數 6.02×10^{23} 個粒子。因此 1 莫耳辛烷與 1 莫耳甲烷所具有的分子個數相等，故(A)選項不正確。

(B) 由題目引導敘述：「1 莫耳碳氫化合物完全燃燒生成二氧化碳和水時，所釋出的熱量稱為莫耳燃燒熱。」

因此每克烷類燃燒釋出熱量：
$$\frac{\text{莫耳燃燒熱 (千焦耳 / 莫耳)}}{\text{分子量 (克 / 莫耳)}}$$

每克甲烷燃燒釋出熱量：
$$\frac{890}{16} = 55.6 \text{ (千焦耳)}$$

每克丁烷燃燒釋出熱量：
$$\frac{2874}{58} = 49.6 \text{ (千焦耳)}$$

每克戊烷燃燒釋出熱量：
$$\frac{3509}{72} = 48.7 \text{ (千焦耳)}$$

因此每克烷類燃燒釋出熱量的大小順序：甲烷 > 丁烷 > 戊烷
 故(B)選項正確。

- (C)由(B)選項計算得知，每克丁烷、戊烷燃燒釋出的熱量皆小於 50 千焦耳，並非所有烷類每克燃燒釋出的熱量皆大於 50 千焦耳，故(C)選項不正確。
- (D)依據題表 3 資料，每 1 莫耳乙烷的燃燒熱為 1560 千焦耳；每 1 莫耳甲烷的燃燒熱為 890 千焦耳，因此燃燒 2 莫耳甲烷所釋出的熱量為：
 $2 \times 890 = 1780$ (千焦耳)，明顯較燃燒 1 莫耳乙烷為高，故(D)選項不正確。
- (E)由題表 3 資料，隨著烷類碳數愈多，其莫耳燃燒熱也愈高，因此推知己烷的莫耳燃燒熱應介於戊烷與辛烷之間，故己烷的莫耳燃燒熱應小於 5460 千焦耳。故(E)選項不正確。

難易度：中

56. (a) 根據表 3，試推測丙烷的分子式為何？並計算其分子量為何？(2 分)
 (b) 假設莫耳燃燒熱與烷類碳數大致呈線性關係，試列式推算丙烷的莫耳燃燒熱的數值為何？(單位：千焦耳 / 莫耳) (2 分)

答 案：(a) C_3H_8 ；44
 (b) 2217

命題出處：化學(全)第 2 章 化學式與化學計量
 情境素養試題

測驗目標：測驗考生是否能從題目所給予的資料，類推出化學式表示法的規律；依據資料數據與數學運算能力來推算數值。

詳 解：根據題表 3 資料進行分析如下：

- (1)從甲烷 CH_4 、乙烷 C_2H_6 、丁烷 C_4H_{10} 、戊烷 C_5H_{12} 以及辛烷 C_8H_{18} 的分子式，可以看出：每增加 1 個碳原子，氫原子數目會增加 2。
- (2)從化合物名稱與分子式來看：這些化合物的中文名稱是依據碳原子數目以天干命名，1 個碳原子稱為甲、2 個碳原子即為乙，因此丙烷應具有 3 個碳原子。
- (a)綜合上述，可推知丙烷的分子式為 C_3H_8 ；分子量為 $12 \times 3 + 1 \times 8 = 44$
 另解：直接使用烷類通式： C_nH_{2n+2} ，當 $n=3$ 代入即可得到丙烷分子式。
- (b)由題目敘述：假設化合物的莫耳燃燒熱與烷類碳數大致呈線性關係，因此使用乙烷與丁烷的莫耳燃燒熱數值進行內插計算， $\frac{(1560+2874)}{2} = 2217$ ，故丙烷的莫耳燃燒熱數值約為 2217 千焦耳 / 莫耳。

難易度：易

57. 關於液化天然氣與液化石油氣完全燃燒的敘述，下列哪些正確？（不考慮市售液化天然氣與液化石油氣含有的其他雜質）（應選 2 項）
- (A) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 是液化天然氣完全燃燒的平衡反應式
- (B) 假設液化石油氣含有等莫耳數的丙烷與丁烷。完全燃燒 100 克的液化石油氣釋出的總熱量，一半來自丙烷，另一半來自丁烷
- (C) 1 克液化天然氣與 1 克液化石油氣完全燃燒，所需氧氣的莫耳數相同
- (D) 1 克液化天然氣與 1 克液化石油氣完全燃燒，會產生相同莫耳數的水
- (E) 在釋出 3500 千焦耳的條件下，分別使用液化天然氣和液化石油氣完全燃燒，液化天然氣會產生較少莫耳數的二氧化碳

答 案：(A)(E)

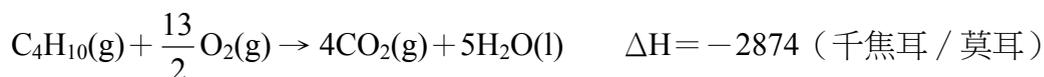
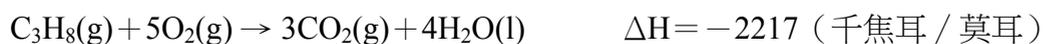
命題出處：化學（全）第 2 章 化學式與化學計量

測驗目標：測驗考生對於烷類燃料的組成，與其燃燒反應中的化學計量、反應能量，是否具有判斷、分析、歸納之能力。

詳 解：甲烷分子式為 CH_4 ，丙烷與丁烷的分子式分別為 C_3H_8 與 C_4H_{10} 。由題目敘述可知：液化天然氣的主要成分為甲烷，液化石油氣則是丙烷與丁烷的混合物，且無法得知兩者混合的組成比例。

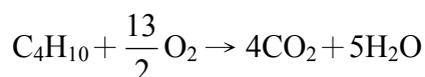
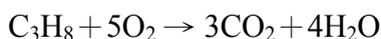
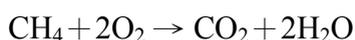
(A) 烷類為碳氫化合物，完全燃燒後可得到二氧化碳與水；因此依據原子不滅來平衡反應式的係數，甲烷完全燃燒的反應式為 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。故(A)選項正確。

(B) 由丙烷與丁烷的完全燃燒的熱化學反應式：



若液化石油氣中含有等莫耳數的丙烷與丁烷，由於兩者莫耳燃燒熱不相等，因此液化石油氣完全燃燒後所釋出的總熱量也不會是丙烷與丁烷各占 50%。故(B)選項不正確。

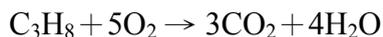
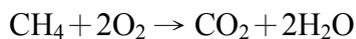
(C)(D) 由液化天然氣、液化石油氣完全燃燒的反應式：



上述燃料每莫耳完全燃燒所需的氧氣量，以及產生的水莫耳數皆不相同，且液化石油氣中丙烷與丁烷的組成比例無法確定，燃燒時所需的氧氣量會因其組成不同而有所變化，因此無法確認同樣是 1 克的液化天然氣與 1 克的液化石油氣完全燃燒，所需的氧氣莫耳數，以及所產生的水莫耳數是否會相同，故(C)與(D)兩選項皆不正確。

(E)在釋出 3500 千焦耳的條件下，要確認燃燒液化天然氣和液化石油氣，何者會產生較少的二氧化碳，可以假設液化石油氣中的組成完全是碳數較少的丙烷。

由甲烷與丙烷完全燃燒的反應式：



釋出 3500 千焦耳的熱量，需要甲烷之莫耳數 = $\frac{3500}{890} = 3.93$ (莫耳)，因此產生 CO_2 $3.93 \times 1 = 3.93$ (莫耳)。

釋出 3500 千焦耳的熱量，需要丙烷之莫耳數 = $\frac{3500}{2217} = 1.58$ (莫耳)，因此產生 CO_2 $1.58 \times 3 = 4.74$ (莫耳)

由上述計算得知，液化天然氣產生的二氧化碳莫耳數較少。故(E)選項正確。

難易度：中