

111

學年度起適用之

大學入學考試

「考試說明」

分區諮詢會議

108/7/17-108/8/7

指導單位：教育部

主辦單位：大學入學考試中心

協辦單位：國立花蓮女子高級中學、國立中興大學、
長榮大學、國立臺灣師範大學

自然科



 大學入學考試中心
College Entrance Examination Center

配合國教新課綱與考招新方案
111 學年度起適用之大學入學考試
「考試說明」分區諮詢會議
會議手冊

大學入學考試中心

前 言

為因應 108 學年度即將實施十二年國教新課綱，以及 111 學年度起適用之大學多元入學方案，大學入學考試中心（簡稱本中心）正積極研擬適用於 111 學年度起之大學入學考試「考試說明」，包括學科能力測驗（學測）的六個考科、分科測驗的七個考科與高中英語聽力測驗（英聽），並預計於 108 年 9 月底正式對外公告。

公告前，本中心規劃陸續舉辦座談會或諮詢會議，以蒐集、聽取各界之意見與建議，並訂於 7 月至 8 月舉辦東、中、南、北四場分區諮詢會議，以邀請高中教師為主，亦歡迎各界人士參與。

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」 分區諮詢會議

場次

場次	日期／時間	地點	建議參與地區
東區	108/07/17 (三) 13:10~16:40	國立花蓮女子高級中學	宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣等地區
中區	108/07/24 (三) 13:10~16:40	國立中興大學	苗栗縣、臺中市、南投縣、彰化縣、雲林縣等地區
南區	108/07/31 (三) 13:10~16:40	長榮大學	嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市、屏東縣等地區
北區	108/08/07 (三) 08:30~12:00	國立臺灣師範大學(公館校區)	臺北市、新北市、桃園縣、新竹縣、新竹市、基隆市、連江縣、金門縣、澎湖縣等地區

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」 分區諮詢會議

議程

時間		內容	主持／致詞／主講
上午場	下午場		
08:30－09:20	13:10－14:00	報到	
09:20－09:30	14:00－14:10	開幕致詞	主持人：大考中心主管 致詞：教育部長官 協辦單位代表
09:30－10:00	14:10－14:40	111 學年度起適用之大學入學考試 「考試說明」整體說明	主持人：大考中心主管 主講人：大考中心研究員
10:00－10:20	14:40－15:00	休息	
10:20－12:00 平行場次	15:00－16:40 平行場次	各領域座談會 (國文、英文、數學、社會、自然) 與意見交流	主持人：大考中心研究員 主講人：學科教授
12:00～	16:40～	賦歸	

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」

分區諮詢會議

目錄

學科能力測驗考試說明—總說明（草案）	學測(總)-1
分科測驗考試說明—總說明（草案）	分科(總)-1
學科能力測驗自然考科考試說明（草案）	自-1
分科測驗物理考科考試說明（草案）	物-1
分科測驗化學考科考試說明（草案）	化-1
分科測驗生物考科考試說明（草案）	生-1

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」分區諮詢會議

學科能力測驗
考試說明（草案）
— 111 學年度起適用 —

大學入學考試中心

中華民國 108 年 7 月

本考試說明僅提供分區諮詢會議使用，後續仍會進行調整修訂，並非大考中心最終確定版本。關於 111 學年度起適用之大學入學考試說明，請以本中心未來正式公告之版本為準。

學科能力測驗

考試說明（草案）

教育部於 103 年 11 月 28 日公布十二年國民基本教育課程綱要總綱，揭示以「核心素養」為課程發展主軸。在總綱中說明，所謂核心素養，是指一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。總綱公布後，教育部已於 107 年逐步發布十二年國民基本教育國民中小學暨普通型高級中等學校各領域課程綱要。

於此同時，因應 108 學年度將實施十二年國教新課綱（簡稱 108 課綱），大學招生委員會聯合會（以下簡稱招聯會）於 108 年 3 月 28 日召開 107 學年度第 1 次會員大會，通過修正之「111 學年度起適用之大學多元入學方案」，並經教育部於 108 年 5 月 21 日臺教高(四)字第 1080061017 號函備查。

依據方案內容，大學招生維持多管道、多資料參採方式，其中以申請入學管道為主，並著重學生綜合學習表現；入學考試調整為評量基本核心能力、以部定必修課程為測驗範圍的學科能力測驗（以下簡稱學測），以及評量關鍵學科能力、以部定必修和加深加廣選修課程為測驗範圍的分科測驗。另外，大學入學考試尚包括高中英語聽力測驗與術科測驗。

111 學年度起之學測將辦理六考科的考試，包括：國文（分節施測）、英文、數學 A、數學 B、社會、自然，考生可自由選考。學測成績採級分制，可用於大學繁星推薦、申請入學、分發入學，以及科技校院申請入學等招生管道。

為使各大學校系、高中教師、考生及各界了解學測因應 108 課綱所作的調整，以下就學測之測驗目標、測驗時間、測驗範圍、題型以及其他說明進行介紹。

壹、測驗目標

108課綱是以核心素養為主軸而設計，根據《十二年國民基本教育課程發展指引》定義「素養是指一種能夠成功回應個人或社會的生活需求，包括使用知識、認知與技能的能力，以及態度、情意、價值與動機等。核心素養承續過去課程綱要的基本能力、核心能力與學科知識，但涵蓋更寬廣和豐富的教育內涵。不以學科知識為學習的唯一範疇，強調其與情境結合並在生活中能夠實踐力行的特質」。核心素養關照學習者可將知識與能力整合運用於生活情境，強調其在生活中能夠活學活用的特質。

就測驗目標而言，是希望藉由不同的評量方式，測量出考生的學習成果。108課綱中所強調的學習成果，是涵蓋「學習內容」與「學習表現」，也就是說不但強調學科知識的學習，也重視將學科知識應用於各種情境與解決問題的能力。為呼應108課綱以核心素養為主軸而設計，在「測驗範圍」內，學測的測驗目標有以下四個方向：

- 一、測驗考生所具有的基本學科素養
- 二、測驗考生為銜接大學教育而所具有的基本學科知能
- 三、測驗考生能於不同的情境中整合運用基本學科知識、解決問題的能力
- 四、測驗考生的閱讀理解、圖表判讀、證據運用、邏輯推論、分析評價、表達說明等能力

貳、測驗時間

學測的考試科目包括：國文、英文、數學A、數學B、社會、自然六考科，其中國文考科採分節施測，分別為「國文（一）：國語文綜合能力測驗（簡稱國綜）」與「國文（二）：國語文寫作能力測驗（簡稱國寫）」。各節次或考科的測驗時間暫定如表一。未來各科考試時間如有變動，將於考試舉行前兩年公告。

表一、學測各考科的測驗時間

	考試科目	測驗時間（暫定）
國文	國文（一）：國語文綜合能力測驗	90 分鐘
	國文（二）：國語文寫作能力測驗	90 分鐘
	英文	100 分鐘
	數學 A	100 分鐘
	數學 B	100 分鐘
	社會	110 分鐘
	自然	110 分鐘

參、測驗範圍

學科能力測驗是以十二年國民基本教育國民中小學暨普通型高級中等學校各領域課程綱要為依據，自111學年度起適用學測各考科的測驗範圍如表二。

表二、學測各考科的測驗範圍

考試科目	測驗範圍：部定必修
國文 ^{註1}	必修國文
英文	必修英文
數學 A	10 年級必修數學、11 年級必修數學 A 類
數學 B	10 年級必修數學、11 年級必修數學 B 類
社會 ^{註2}	必修歷史、必修地理、必修公民與社會
自然 ^{註3}	必修物理、必修化學、必修生物、必修地球科學 (含探究與實作)

註：1.國文考科包括國綜與國寫，成績各占50%，分節施測。

2.社會考科中的歷史、地理、公民與社會三科試題所占比例相當。

3.自然考科中的物理、化學、生物與地球科學四科試題所占比例相當，並包括探究與實作的內容。

此外，大學入學考試負有連結高中學習與大學教育之任務，考量十二年國民基本教育各階段課程之連貫發展，國中與普通高中階段之課程難以切割，因此學測命題之相關素材，或考生作答所需之基礎知識，部分可能涉及國中學習內容，但學測仍以落實各考科之「測驗目標」為先，不以國中課程的知識內容為命題設計之主體。

肆、題型

學測各考科的題型可包括：選擇題型（單選題、多選題）、選填題型、非選擇題型與混合題型。混合題型是指同時包含選擇題與非選擇題的題型，基本上為題組形式。

各題型的比重，由各考科依其特性而定，詳參見各考科之考試說明。

伍、其他說明

配合108課綱核心素養理念，大學入學考試亦應精進素養導向命題以呼應新課綱之精神。為此，111學年度開始，學測與分科測驗將引入混合題型及新式答題卷，以期能符合新課綱重視素養教育精神，以評量學生之系統思考、問題分析、符號運用、溝通表達等核心能力。

新式答題卷採「卷卡合一」方式，將以往分開的答案卡（適用選擇題型、選填題型）與答案卷（適用非選擇題型）合併為一張新式答題卷（A3紙張）；新式答題卷須與試題命製同步進行，並將部分試題內容或答題格式予以適當呈現。新式答題卷除可因應試卷中原有選擇題型、非選擇題型之單題測驗外，更可配合題組設計。在混合題型方面，透過不同題型的連續設問，發揮引導考生循序漸進思考作答並據以評量的效果；在非選擇題組方面，如使用更多樣化的設問，亦有提升評量層次的效果。各科新式答題卷的完整樣例，將與參考試卷一併公告。

此外，大學入學考試為短時間的大規模紙筆測驗，試題設計與評閱仍有其實際限度考慮。有關不同題型所占的百分比，素養命題特色、試題示例等詳情，應以各考科之「考試說明」為準。

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」分區諮詢會議

分科測驗
考試說明（草案）
— 111 學年度起適用 —

大學入學考試中心

中華民國 108 年 7 月

本考試說明僅提供分區諮詢會議使用，後續仍會進行調整修訂，並非大考中心最終確定版本。關於 111 學年度起適用之大學入學考試說明，請以本中心未來正式公告之版本為準。

分科測驗

考試說明（草案）

教育部於 103 年 11 月 28 日公布十二年國民基本教育課程綱要總綱，揭示以「核心素養」為課程發展主軸。在總綱中說明，所謂核心素養，是指一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。總綱公布後，教育部已於 107 年逐步發布十二年國民基本教育國民中小學暨普通型高級中等學校各領域課程綱要。

於此同時，因應 108 學年度將實施十二年國教新課綱（簡稱 108 課綱），大學招生委員會聯合會（以下簡稱招聯會）於 108 年 3 月 28 日召開 107 學年度第 1 次會員大會，通過修正之「111 學年度起適用之大學多元入學方案」，並經教育部於 108 年 5 月 21 日臺教高(四)字第 1080061017 號函備查。

依據方案內容，大學招生維持多管道、多資料參採方式，其中以申請入學管道為主，並著重學生綜合學習表現；入學考試調整為評量基本核心能力、以部定必修課程為測驗範圍的學科能力測驗（以下簡稱學測），以及評量關鍵學科能力、以部定必修和加深加廣選修課程為測驗範圍的分科測驗。另外，大學入學考試尚包括高中英語聽力測驗與術科測驗。

111 學年度起之分科測驗將辦理七考科的考試，包括：數學甲、物理、化學、生物、歷史、地理、公民與社會。分科測驗成績採級分制，用於分發入學招生。就分發入學招生，各校系可依其特色及需求，就學測 6 個考科、分科 7 個考科當中，採計某些考科，以考試成績選才；而考生則依個人興趣及能力，就其志願校系所採用的考試科目，自由選擇應考。

為使各大學校系、高中教師、考生及各界了解分科測驗因應 108 課綱所作的調整，以下就分科測驗之測驗目標、測驗時間、測驗範圍、題型以及其他說明進行介紹。

壹、測驗目標

108課綱是以核心素養為主軸而設計，根據《十二年國民基本教育課程發展指引》定義「素養是指一種能夠成功回應個人或社會的生活需求，包括使用知識、認知與技能的能力，以及態度、情意、價值與動機等。核心素養承續過去課程綱要的基本能力、核心能力與學科知識，但涵蓋更寬廣和豐富的教育內涵。不以學科知識為學習的唯一範疇，強調其與情境結合並在生活中能夠實踐力行的特質」。核心素養關照學習者可將知識與能力整合運用於生活情境，強調其在生活中能夠活學活用的特質。

就測驗目標而言，是希望藉由不同的評量方式，測量出考生的學習成果。108課綱中所強調的學習成果，是涵蓋「學習內容」與「學習表現」，也就是說不但強調學科知識的學習，也重視將學科知識應用於各種情境與解決問題的能力。為呼應108課綱以核心素養為主軸而設計，在「測驗範圍」內，分科測驗的測驗目標有以下四個方向：

- 一、測驗考生所具有的學科素養
- 二、測驗考生銜接大學教育而所具有的關鍵學科知能
- 三、測驗考生能於不同的情境中整合運用進階學科知識、解決問題的能力
- 四、測驗考生的閱讀理解、圖表判讀、證據運用、邏輯推論、分析評價、表達說明等能力

貳、測驗時間

分科測驗的考試科目包括：數學甲、物理、化學、生物、歷史、地理、公民與社會七考科，各考科的測驗時間均暫定為 80 分鐘。未來各科考試時間如有變動，將於考試舉行前兩年公告。

參、測驗範圍

分科測驗是以十二年國民基本教育國民中小學暨普通型高級中等學校各領域課程綱要為依據，自 111 學年度起適用分科測驗各考科的測驗範圍如表一。

表一、分科測驗各考科的測驗範圍

考試科目	測驗範圍	
	部定必修	部定加深加廣選修
數學甲	10年級必修數學 11年級必修數學A類	數學甲類
歷史	必修歷史	族群、性別與國家的歷史 科技、環境與藝術的歷史 探究與實作：歷史學探究
地理	必修地理	空間資訊科技 社會環境議題 探究與實作：地理與人文社會科學研究
公民與社會	必修公民與社會	現代社會與經濟 民主政治與法律 探究與實作：公共議題與社會探究
物理	必修物理	力學一 力學二與熱學 波動、光及聲音 電磁現象一 電磁現象二與量子現象
化學	必修化學	物質與能量 物質構造與反應速率 化學反應與平衡一 化學反應與平衡二 有機化學與應用科技
生物	必修生物	細胞與遺傳 生命的起源與植物體的構造與功能 動物體的構造與功能 生態、演化及生物多樣性

此外，大學入學考試負有連結高中學習與大學教育之任務，考量十二年國民基本教育各階段課程之連貫發展，國中與普通高中階段之課程難以切割，因此分科測驗命題之相關素材，或考生作答所需之基礎知識，部分可能涉及國中學習內容，但分科測驗仍以落實各考科之「測驗目標」為先，不以國中課程的知識內容為命題設計之主體。

肆、題型

分科測驗各考科的題型可包括：選擇題型（單選題、多選題）、選填題型、非選擇題型與混合題型。混合題型是指同時包含選擇題與非選擇題的題型，基本上為題組形式。

各題型的比重，由各考科依其特性而定，詳參見各考科之考試說明。

伍、其他說明

配合108課綱核心素養理念，大學入學考試亦應精進素養導向命題以呼應新課綱之精神。為此，111學年度開始，學測與分科測驗將引入混合題型及新式答題卷，以期能符合新課綱重視素養教育精神，以評量學生之系統思考、問題分析、符號運用、溝通表達等核心能力。

新式答題卷採「卷卡合一」方式，將以往分開的答案卡（適用選擇題型、選填題型）與答案卷（適用非選擇題型）合併為一張新式答題卷（A3紙張）；新式答題卷須與試題命製同步進行，並將部分試題內容或答題格式予以適當呈現。新式答題卷除可因應試卷中原有選擇題型、非選擇題型之單題測驗外，更可配合題組設計。在混合題型方面，透過不同題型的連續設問，發揮引導考生循序漸進思考作答並據以評量的效果；在非選擇題組方面，如使用更多樣化的設問，亦有提升評量層次的效果。各科新式答題卷的完整樣例，將與參考試卷一併公告。

此外，大學入學考試為短時間的大規模紙筆測驗，試題設計與評閱仍有其實際限度考慮。有關不同題型所占的百分比，素養命題特色、試題示例等詳情，應以各考科之「考試說明」為準。

色

頁

1

全國諮詢委員會會議使用

色

頁

2

全國諮詢委員會議使用

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」分區諮詢會議

學科能力測驗

自然考科考試說明（草案）

—111 學年度起適用—

大學入學考試中心

中華民國 108 年 7 月

本考試說明僅提供分區諮詢會議使用，後續仍會進行調整修訂，並非大考中心最終確定版本。關於 111 學年度起適用之大學入學考試說明，請以本中心未來正式公告之版本為準。

學科能力測驗自然考科考試說明（草案）

目 錄

前言	1
壹、測驗目標	1
貳、測驗內容	4
一、測驗範圍	4
二、題型與配分	4
參、試題舉例	5
一、第壹部分試題	5
（一）物理	5
（二）化學	10
（三）生物	16
（四）地球科學	20
二、第貳部分試題	24
附件、學科能力測驗自然考科測驗範圍	36
一、生物	36
二、物理	37
三、化學	40
四、地球科學	43
五、「自然科學探究與實作」課程內容	46

學科能力測驗

自然考科考試說明（草案）

前言

111 學年度起，「學科能力測驗自然考科」（以下簡稱「學測自然考科」）將依據「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域」（以下簡稱「自然科領綱」）命題。為因應自然科領綱，特提出學測自然考科考試說明，以符合自然科領綱中對建構科學素養的期許。

學測自然考科考試說明先就測驗目標與測驗內容作詳細說明，最後則是各科的試題舉例。在測驗目標方面，就不同能力層次做解說，涵蓋科學核心概念、理解運用能力、探究能力及科學態度與本質等方面的評量；在測驗內容方面，除說明測驗範圍外，並於試卷內容說明試卷總分、題數和計分方式等；在試題舉例方面，各科試題除了涵蓋第壹部分、第貳部分的試題類型外，每一試題都有參考答案、測驗目標與解題說明。

壹、測驗目標

學測自然考科旨在評量考生對自然科學的科學認知、探究能力及科學的態度與本質。自然科學領域在自然科領綱為十二年課程連貫設計，生物、物理、化學和地球科學各科的學分數在第五學習階段必修部分為 2~4 學分，其中必須包含跨科的探究與實作教學。自然科領綱著重素養導向，落實整合、內化與應用，由科學史發展過程了解各重要知識的邏輯脈絡，將所學習到的知識在生活中得到驗證，對自然領域相關社會或新聞議題論述，有判別正確與否的能力，另外強調實作或具體操作重要性，能實際運用所學解決生活上遇見的各種問題。因此，本考科以能力測驗為主，進一步測驗考生所必需的知識、技能和方法，協助評量考生現階段所具備的科學素養。

測驗目標分成五大項（1）測驗考生自然科學的基本知識與概念；（2）測驗考生科學資料和圖表的理解能力；（3）測驗考生自然科學知識的應用能力；（4）測驗考生歸納事物因果的分析能力；（5）測驗考生運用科學素養的綜合與表達能力。

另自然科領綱的必修中說明應含跨科目之主題式探究與實作內容，對物質與生命世界培養學生發現問題、認識問題、解決問題、提出結論及表達溝通之能力。以課程內容統整為以下五點：（1）強調跨學科之間的整合；（2）對資料有科學性分析；（3）對觀察 / 實驗結果評析其設計；（4）以科學知識詮釋實作結果；（5）對探究 / 研究架構進行科學性延伸與評估。評量學生探究能力程度，亦在各項測驗目標所涵蓋的範圍（如 1d、2c、3c、3d、4d、5b）。

各大項及細項目標如下：

一、測驗考生自然科學的基本知識與概念

測驗考生能夠回憶或記憶教材中的重要術語、基本事實、處理事務的程序，以及科學法則或理論的要義，並知道科學史發展和學科之間的連結。本層次可細分如下：

- 1a.能知道重要的科學名詞和定義
- 1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律
- 1c.能知道各階段科學進展的歷程
- 1d.能知道學科間連結的重要性

二、測驗考生科學資料和圖表的理解能力

測驗考生能理解、整理及判讀科學資料和圖表的能力。考生能夠理解或利用已知的事實與原理法則，以解釋資料，如學生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。本層次可細分如下：

- 2a.能理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義
- 2b.能找出文本、數據、式子或圖表等資料的特性、規則或關係
- 2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

三、測驗考生自然科學知識的應用能力

測驗考生應用所學與邏輯推理，對科學方面的學習全盤融會貫通後，進而能舉一反三的能力。考生能夠將所學過的原則、方法、概念、原理、定律和理論，運用到新奇的、特殊的或具體的情境中，或牽涉使用程序（步驟）來執行作業或解決問題，與程序知識緊密結合。本層次可細分如下：

- 3a.能選用適當的資料解決問題
- 3b.能根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境
- 3c.能根據觀察現象或既有的實驗結果提出假設，設計實驗
- 3d.能應用科學定律、模型，評論探究過程或實驗架構

四、測驗考生歸納事物因果的分析能力

測驗考生能根據科學原理、原則，分析與歸納事物間因果關係的能力。考生能夠進行事物的分類以便了解該事物的組成或結構，這樣的能力包括找出該事物的組成、認識該事物組成的原則與原理、分析並建立各組成對整體結構的關聯。本層次可細分如下：

- 4a.能根據資料說明、驗證或詮釋重要科學原理
- 4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係
- 4c.能根據事實或資料，整理分辨各種觀點的異同
- 4d.能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）

五、測驗考生運用科學素養的綜合與表達能力

測驗考生運用所學形成完整且具整體性的綜合與表達能力，包括知道科學的本質、影響，以及能進行科學性的評論。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。本層次可細分如下：

- 5a.能根據事實或資料，評價科學對自然環境或人類文明的影響
- 5b.能根據事實或資料，綜合科學知識，提出評析或思辨

貳、測驗內容

一、測驗範圍

學測自然考科以普通高中學習重點（學習內容、學習表現）為主軸，旨在評量考生的科學素養。學測自然考科在第五學習階段中，包含自然科領綱中部定必修 12 學分，如表一所示。學測命題須落實「測驗目標」，具有連結高中學習與大學教育之任務；唯考量十二年國民基本教育課綱要求國中與普通高中之課程能連貫發展，恐二者難以完全切割，故學測命題之相關素材或作答所需之基礎知識，將無法完全避免涉及部分國中學習內容。但學測不會違背其「測驗目標」，不會以國中課程內容的知識為其命題設計之主體。

表一、第五學習階段的測驗範圍

領域	科目	學分*	
自然科學	必修物理	2-4	共 12 學分
	必修化學	2-4	
	必修生物	2-4	
	必修地球科學	2-4	

*含探究與實作

二、題型與配分

學測自然考科試卷依試題類型分第壹部分和第貳部分，每題均計分。第壹部分為選擇題型，含單選題和多選題，共約 32-36 題；第貳部分為混合題型（兼含選擇題與非選擇題）或非選擇題型，共約六大題組。整卷中選擇題占分約 70-80%，非選擇題占分約 20-30%。

參、試題舉例

一、第壹部分試題

（一）物理

1. 電磁爐是利用平行於爐面的平面線圈，通電後改變通過金屬鍋底的磁場使其產生應電流，鍋底因電流熱效應而加熱食物。考量設計電磁爐時在其他變因保持不變且可正常工作的條件下，改變下列哪幾項因素，可以加速煮熟食物？（應選 2 項）
- (A)增加產生爐面磁場之交流電源的電流
 - (B)將電磁爐放置在一大型永久磁鐵上
 - (C)將交流電源改為高壓直流電源
 - (D)增加產生爐面磁場之線圈匝數
 - (E)增加同材質金屬鍋的厚度

（改寫自 107 年研究用試卷）

參考答案：AD

測驗目標：3b.能根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

3c.能根據觀察現象或既有的實驗結果提出假設，設計實驗

測驗內容：必修物理 PKc-Vc-3 變動的磁場會產生電場，變動的電場會產生磁場。

PMc-Vc-2 電在生活中的應用。

說明：

本題測驗考生是否能根據變動的磁場會產生電場的定律，及題目提示的原理理解日常生活中電磁爐加熱食物的過程，進而能提出可以加速煮熟食物的正確方式。

- (A)增加產生爐面磁場之交流電源的電流可加大單位時間磁場的變動，產生更大的應電流進而加熱食物。正確選項。
- (B)永久磁鐵增加磁場，但無助於加大單位時間磁場的變動，故無加速煮熟食物效果。錯誤選項。
- (C)高壓直流電源因電流磁效應而有穩定磁場，但因需要磁場變化，才有應電流的產生，故無加速煮熟食物的效果。錯誤選項。
- (D)增加產生爐面磁場之線圈匝數可加大單位時間磁場的變動，進而增加應電流，而加熱煮熟食物。正確選項。
- (E)增加同材質金屬鍋的厚度，其單位面積磁力線變化量不變，故其應電動勢不改變。然而因為截面積增加，故總電阻下降且總質量增加，而抑制加熱速率。錯誤選項。

2. 北宋沈括《夢溪筆談》：「內侍李舜舉家曾為暴雷所震。其堂之西室，雷火自窗間出，赫然出檐，人以為堂屋已焚，皆出避之。及雷止，其舍宛然，墻壁窗紙皆黔。」
- 語譯：李舜舉家曾經被巨大的雷電擊中。有雷火從房子的西邊房間窗戶冒出，然後竄出房簷之上，人們都害怕得跑出去躲避。暴雷停止後，房子卻保持完好，只是牆壁和窗紙都變黑了。

根據上述短文，下列有關閃電的敘述何者正確？

- (A)雷電自天而降，如同水往低處流一般，故閃電擊中李家的房子，有可能是因為附近的房子都比李家的高
- (B)閃電擊中李家後，由西室的窗戶出而不從其他方向出來，純粹是機率問題
- (C)閃電由屋簷出來，可能是因為屋簷突出，有針尖效應
- (D)牆壁窗紙變成黑色，是因為書桌上的墨汁噴出
- (E)房屋沒有被焚毀的主因是屋內沒有火源

（改寫自 107 年研究用試卷）

參考答案：C

測驗目標：3b.能根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係

測驗內容：必修物理 PKc-Vc-4 所有的電磁現象經統整後，皆可由馬克士威方程式描述。

PMc-Vc-1 用電安全。

說明：

本題測驗學生是否能解釋北宋沈括在《夢溪筆談》中所描述的閃電雷擊現象。

- (A)雷電自天而降，如同水往低處流一般，故閃電擊中李家的房子，有可能是因為附近的房子都比李家的高，屬於不合理推論，因為較高的房子電荷較密集，較易受雷擊。錯誤選項。
- (B)閃電擊中李家後，由於西室的窗戶外有房簷，電荷較密集，故容易產生針尖效應而放電，並非純粹是機率問題。正確選項。
- (C)閃電由屋簷出來，可能是因為屋簷突出，電荷較密集，故有針尖效應。正確選項。
- (D)「只是牆壁和窗紙都變黑了。」是因為高電流通過所產生電流熱效應之結果。錯誤選項。
- (E)根據文章描述，大部分電流由屋簷竄出，故屋內並未起火。錯誤選項。

第3-4為題組

小明的家人在市場買了真空包裝的肉，回家打開切成肉片，發現切面泛著淡淡的偏綠色的金屬幽光，有些地方還看到彩虹色的金屬色澤，如圖 2 所示，心想是不是肉被金屬汙染了呢？

於是小明上農委會的「農業知識入口網站」詢問，駐站專家表示，無論新鮮的肉或者煮熟的肉，經過鋒利的刀具切割後，在切面上有時可見彩虹光澤，主要是因為切面上有肌肉纖維所致，是很正常的物理現象，這種現象在孔雀羽毛和魚的鱗片皆可見。但其原理與光通過三稜鏡所產生的現象並不相同。

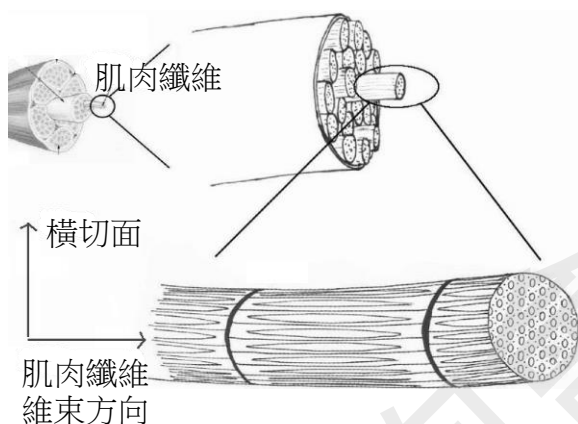


圖 1

圖 2

小明於探究與實作課程中與同學小儒及阿平提出「肌肉切割後會產生金屬光澤」的現象，探究甲、乙、丙三種不同刀子，先用同等力道切割紙張的張數判斷刀子鋒利程度，再以不同角度方式切肉，並把有無金屬光澤的結果記錄於表 1：

表 1 切割結果

	甲	乙	丙
以同等力道切割紙張劃破張數	12 張	6 張	1 張
切割方向與肌肉纖維平行	×	×	×
切割方向與肌肉纖維夾 45 度	✓	×	×
切割方向與肌肉纖維垂直	✓	✓	×

（改寫自 107 年研究用試卷）

3. 依據「農業知識入口網站」駐站專家的說法，下列關於光的物理現象，何者最適合說明肉的切面有彩虹色的金屬色？

- (A)干涉 (B)漫射 (C)色散 (D)反射 (E)折射

4. 依據表 1 結果，阿平由探究所得的結果形成五點論點：

甲：刀子越鋒利，越容易產生金屬光澤

乙：切割方向與肌肉纖維平行，一定不會產生金屬光澤

丙：僅由乙刀切割的結果，可以確定切割方向會影響金屬光澤的產生

丁：僅由甲、乙兩把刀切割的結果，可以推論切割方向與肌肉纖維垂直一定可以產生金屬光澤

戊：拿出第四把刀子，以同等力道可以劃破 5 張紙，當切割方向與肌肉纖維夾 45 度，一定不會產生金屬光澤

小明反思「探究成果」，發現部分論點屬科學邏輯不完整性資料所造成的誤解（過度推論）。哪些屬過度推論的論點？（應選 2 項）

(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊

【第 3 題】

參考答案：A

測驗目標：2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

測驗內容：必修物理 PKa-Vc-5 光除了反射和折射現象外，也有干涉及繞射現象。
探究與實作 發現問題

說明：

(A)干涉，指的是兩列或兩列以上的波在空間中重疊時發生疊加，從而形成新波形的現象。正確選項。

(B)漫射，指的是光線照射在物體粗糙的表面會無序地向四周反射的現象。錯誤選項。

(C)色散，在光學中，色散是指一道光中，光的相對速度隨著頻率而改變。在光學中，一個重要且常見的色散現象為透過三稜鏡或是帶有色差的透鏡產生的光譜，不同顏色的光有著不同的折射角。錯誤選項。

(D)反射，指波陣面從一個介質進入另一個介質時，在兩個介質的界面處，其傳播方向發生改變，而返回其原介質的現象。錯誤選項。

(E)折射，指波在穿越介質或經歷介質的漸次變化時傳播方向上的改變。一個波的折射程度取決於波速的變化量，還有初始行進方向及波速變化方向間的夾角。錯誤選項。

由文本中「農業知識入口網站」駐站專家的說法，無論新鮮的肉或煮熟的肉，經過鋒利的刀具切割後，在切面上均有時可見彩虹光澤，主要是因為切面上有肌肉纖維所致，此現象在孔雀羽毛和魚的鱗片皆可見。此為光的干涉。

【第4題】

參考答案：BD

測驗目標：4d.能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）

5b.能根據事實或資料，綜合科學知識，提出評析或思辨

測驗內容：必修物理 PKa-Vc-5 光除了反射和折射現象外，也有干涉及繞射現象。

PMc-Vc-3科學的態度與方法。

探究與實作 論證與建模、表達與分享

說明：

由表1的結果，可推論：

- (A)依據表1，當「以同等力道切割紙張劃破張數」作為刀子鋒利的標準，可推論刀子越鋒利，越容易產生金屬光澤。推論正確。
- (B)以刀子甲、乙、丙，切割方向與肌肉纖維平行，不會產生金屬光澤，但推論「切割方向與肌肉纖維平行，一定不會產生金屬光澤」，屬於過度推論之科學邏輯。推論錯誤。
- (C)僅由乙刀不同切割角度的結果，可以確定切割方向會影響金屬光澤的產生。推論正確。
- (D)故由甲、乙的資料作為剖析，其中刀子鋒利程度與切割角度，均為實驗變因之一，故推論出「切割方向與肌肉纖維垂直一定可以產生金屬光澤」屬於過度推論。推論錯誤。
- (E)推論新刀子的鋒利程度應當介於乙、丙之間，由於乙、丙兩組實驗中，當切割方向與肌肉纖維夾45度角，均無金屬光澤，故可推論新刀子於同樣切割方式時亦無金屬光澤。推論正確。

（二）化學

1. 已知在化學反應 $X + 2Y \rightarrow 3Z + W$ 中，2.0 克的 X 能與 4.0 克的 Y 完全反應，生成 3.0 克的 Z。若要生成 4.5 克的 W，則需要有多少克的 X 參與反應？

- (A) 2.0 (B) 3.0 (C) 4.0 (D) 5.0 (E) 6.0

（改寫自 102 學年度學測）

參考答案：B

測驗目標：1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律

2a.能理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義

4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係

測驗內容：必修化學 CAa-Vc-2 道耳頓根據定比定律、倍比定律、質量守恆定律及元素概念提出原子說。

CJa-Vc-1 拉瓦節以定量分析方法，驗證質量守恆定律。

CJa-Vc-3 莫耳與簡單的化學計量。

說明：

本題測驗考生對化學反應式中，反應物與產物計量關係的理解以及質量守恆定律應用。

1. 由化學反應 $X + 2Y \rightarrow 3Z + W$ 可清楚知道 X 與 Y 反應後產生 Z 與 W。

2. 根據質量守恆定律，化學反應前後重量不改變。由題幹中「2.0 克的 X 能與 4.0 克的 Y 完全反應，生成 3.0 克的 Z。」，故可列式為： $2 + 4 = 3 + W$ (克)， $W = 3$ (克)。

3. 由上述可推論 X、Y、Z、W 四種物質反應時的質量比為 2:4:3:3。

4. 要產生 4.5 克 W，根據各物質的質量比，可知 X 與 W 的關係如下：

$$X : W = 2 : 3 = X : 4.5 \quad , \quad \text{故 } X = 3 \text{ (克)}。$$

5. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

第2-3題為題組

甲、乙、丙為三種不同濃度的稀鹽酸溶液，將不同體積的甲、乙、丙溶液分別和強鹼水溶液混合，反應後溶液之 pH 值均大於 7，且總體積皆為 10 毫升。在反應完全後，所測得溶液之溫度變化 (ΔT) 如圖 3 所示。（假設溶液之比熱和密度均與水相同）

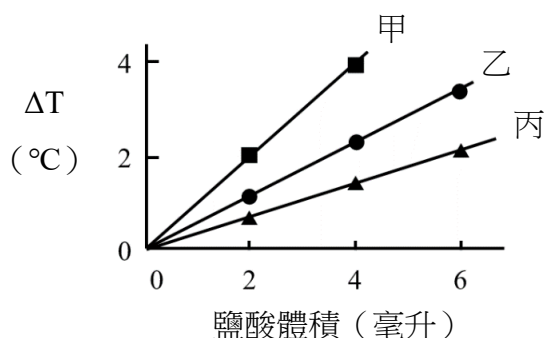


圖 3

2. 下列有關上述反應的敘述，哪些選項正確？（應選 3 項）
- (A)此反應為放熱反應
 (B)強鹼為限量試劑
 (C)由反應可推知，此強鹼水溶液為氫氧化鈉水溶液
 (D)反應前，甲、乙與丙三種鹽酸溶液的濃度大小順序為：甲 > 乙 > 丙
 (E)反應前，若甲溶液的體積為 4 毫升，則反應後溶液溫度約可增高 4°C

（改寫自 101 學年度學測）

3. 根據圖 3 的實驗結果，約多少毫升的甲溶液與強鹼水溶液反應後，其所產生之溫度變化，與 6 毫升丙溶液和強鹼水溶液反應所產生的溫度變化相同？
- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

【第 2 題】

參考答案：ADE

測驗目標：1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律

2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

4d.能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）

測驗內容：必修化學 CBa-Vc-1 化學反應發生後，產物的能量總和較反應物低者，為放熱反應；反之，則為吸熱反應。

CJd-Vc-4 在水溶液中可幾乎 100% 解離的酸或鹼，稱為強酸或強鹼；反之則稱為弱酸或弱鹼。

說明：

本題測驗考生對酸鹼中和反應與放熱多寡關係的了解。

(A)由圖可知，溶液溫度上升為正值，表示強酸與強鹼的反應放熱使水溶液溫度升高。

選項正確。

(B)反應中溶液溫度上升量與鹽酸溶液的體積呈正比，且反應後水溶液的pH值均大於

7.0，表示所加入之鹽酸完全被中和，鹽酸為限量試劑，鹼為過量。錯誤選項。

(C)題幹敘述僅知溫度上升，但並不知道是何種強鹼，無法推知此過量的強鹼水溶液為

氫氧化鈉水溶液。錯誤選項。

(D)因甲、乙與丙三種鹽酸溶液體積相同時，溶液與強鹼作用後， ΔT （放熱）大小順序是甲 > 乙 > 丙，故其濃度大小順序為：甲 > 乙 > 丙，選項正確。

序是甲 > 乙 > 丙，故其濃度大小順序為：甲 > 乙 > 丙，選項正確。

(E)由圖所示當甲溶液的體積為4毫升，則反應後溫度約可增高 4°C ，此選項正確。

【第3題】

參考答案：B

測驗目標：1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律

2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

4d.能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）

測驗內容：必修化學 CBa-Vc-1 化學反應發生後，產物的能量總和較反應物低者，為放熱反應；反之，則為吸熱反應。

CJd-Vc-4在水溶液中可幾乎100%解離的酸或鹼，稱為強酸或強鹼；反之則稱為弱酸或弱鹼。

說明：

本題測驗考生對酸鹼中和反應與放熱之關係。

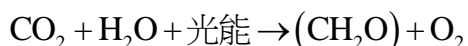
1. 依圖可知，6 毫升丙溶液和強鹼水溶液反應，反應後所產生的熱量使溫度約可增高 2°C 。

2. 在相同增高 2°C 的條件下，相當於甲溶液體積約 2 毫升和強鹼水溶液反應後溫度變化。

3. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

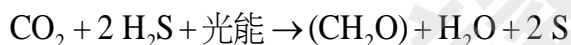
第4-5題為題組

光合作用是指生物體將「光能」轉換成「化學能」的過程。有些生物進行光合作用後會釋放氧氣，稱為「釋氧光合生物」；有些生物進行光合作用後不會釋放氧氣，稱為「非釋氧光合生物」。植物是釋氧光合生物，它們的光合作用反應式如下：

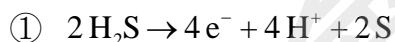


二十世紀初的多數學者認為植物進行光合作用時， CO_2 受光照而分解產生氧氣，C則與反應物 H_2O 結合，形成碳水化合物。據此，多數學者認為植物光合作用是一種和水結合的「水合反應（hydration reaction）」。

同一時期的凡尼耳（*C. B. van Niel*）是研究紫硫菌（一種非釋氧光合生物）的學者。他發現紫硫菌進行光合作用時， H_2S 是必要的反應物，光合作用過後，細菌內部會形成由元素硫（S）聚集而成的顆粒，據此，凡尼耳推論紫硫菌的光合作用反應式如下：



並認為該反應是由下列兩個半反應：①與②，所共組形成：



凡尼耳的研究對當時學界造成很大的衝擊，因為他對紫硫菌光合作用的化學反應過程之推論與當時多數學者對植物光合作用的水合反應觀點並不相同。由於光合作用是自營生物的最重要代謝途徑之一，學者們認為光合生物從原核演化到真核的過程中，應會保守地採用相似的化學機制，那麼光合作用的化學反應機制到底為何？

根據上文，回答下列問題。

（改寫自 107 年研究用試卷）

4. 凡尼耳認為紫硫菌的光合作用應該屬於下列哪一類型的化學反應？

(A)水合反應

(B)酸鹼反應

(C)沉澱反應

(D)氧化還原反應

(E)結合反應

5. 為了要確認植物光合作用的化學反應機制，二十世紀中期的科學家利用含有兩種不同氧同位素（ ^{16}O 和 ^{18}O ）的反應物（ C^{16}O_2 和 H_2^{18}O ），對植物的光合作用進行雙重標記實驗，並得到反應結果如下：



根據此一研究結果分析，下列哪些推論正確？（應選2項）

- (A)光合作用生成 O_2 ，其 O 原子來源為反應物 H_2O 的氧原子
(B)光合作用生成 CH_2O ，其 O 原子來源為反應物 H_2O 的氧原子
(C)光合作用生成物的水是來自反應物中的水
(D)由科學文本及同位素標記的實驗結果，光合作用的反應機制應是二十世紀初的多數學者推論正確
(E)由科學文本及同位素標記的實驗結果，光合作用的反應機制應是研究紫硫菌的學者凡尼耳之推論正確

【第4題】

參考答案：D

測驗目標：1a.能知道重要的科學名詞和定義

2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

測驗內容：必修化學 CJc-Vc-1 氧化還原的廣義定義為：物質失去電子稱為氧化反應；得到電子稱為還原反應。

說明：

本題測驗考生對化學反應之認識與跨學科學習的連結。

- (A)水合反應是指無機化學中指物質溶解在水裡時，與水發生的化學作用。一般指溶質分子（或離子）和水分子發生作用，形成水合分子（或水合離子）的過程。錯誤選項。
- (B)酸鹼反應是指當酸與鹼相遇時發生的化學反應，叫做中和。酸和鹼的水溶液加在一起，反應後產生鹽類和水的變化，並同時放出熱量，稱為酸鹼中和。錯誤選項。
- (C)沉澱反應是指化學中沉澱的產生是由於化學反應而生成溶解度較小的物質，或者由於溶液的濃度大於該溶質的溶解度所引起的。錯誤選項。
- (D)氧化還原反應是指是在反應前後元素的氧化數具有相應的升降變化的化學反應。正確選項。
- (E)結合反應是指由兩種（或兩種以上）物質相互反應，生成另一種與原來不同物質的反應型式。錯誤選項。

綜合上述分析，凡尼耳認為紫硫菌的光合作用是由①和②兩個電子轉移的半反應所共組形成的氧化還原反應。本題正確答案為(D)。

【第 5 題】

參考答案：AE

測驗目標：1c.能知道各階段科學進展的歷程

2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

4d.能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）

測驗內容：必修化學 CAa-Vc-2 道耳頓根據定比定律、倍比定律、質量守恆定律及元素概念提出原子說。

CAa-Vc-4同位素。

CMb-Vc-1近代化學科學的發展，以及不同性別、背景、族群者於其中的貢獻。

說明：

根據雙重標記實驗的結果，植物光合作用，釋出的氧氣是來自於 H_2O 。



(A) 由反應物 H_2^{18}O 和產物 ${}^{18}\text{O}$ 知光合作用 O_2 來自 H_2O 的氧原子。正確選項。

(B) 由反應物 H_2^{18}O 和生成物 CH_2^{16}O 的 O 判斷 CH_2O 的原子非來自 H_2O 。錯誤選項。

(C) 由反應物 H_2^{18}O 和生成物 H_2^{16}O 的 O 原子判斷，產物水與反應物水是不同來源。錯誤選項。

(D) 由科學文本及同位素標記的實驗結果，光合作用的反應機制應是二十世紀初的多數學者推論錯誤。錯誤選項。

(E) 由科學文本及同位素標記的實驗結果，光合作用的反應機制應是二十世紀初的多數學者推論正確。正確選項。

（三）生物

1. 紅綠色盲為常見之一種遺傳疾病。王先生與王太太皆辨色正常，生有二男小華及小志，皆為紅綠色盲。李小姐辨色正常，擬與小華結婚且盼生下辨色正常的孩子。下列情況哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 王先生帶有一個色盲等位基因
 - (B) 王太太帶有一個正常等位基因
 - (C) 小華及小志都是同型合子的基因型
 - (D) 李小姐必須不是帶因者
 - (E) 若李小姐是同型合子，則生下的孩子皆辨色正常

（改寫自 107 學年度學測）

參考答案：BE

測驗目標：1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律

2b.能找出文本、數據、式子或圖表等資料的特性、規則或關係

4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係

測驗內容：必修生物 BGa-Vc-4 性聯遺傳。

說明：

紅綠色盲為性聯遺傳，若假設正常等位基因為 X^A 、色盲等位基因為 X^a 。

- (A) 因為王先生辨色正常，其基因型應為 $X^A Y$ ，因此沒有帶有色盲等位基因。
- (B) 雖然王太太辨色正常，但因生下的男孩為紅綠色盲，故王太太應為異型合子 $X^A X^a$ 。
- (C) 小華與小志皆為紅綠色盲，基因型為 $X^a Y$ ，非同型合子。
- (D) 李小姐辨色正常，基因型為 $X^A X^A$ 或 $X^A X^a$ 都可能生下辨色正常的小孩。所以，李小姐可能是帶因者。
- (E) 小華為紅綠色盲，基因型為 $X^a Y$ 。若李小姐的基因型為 $X^A X^A$ ，則其生下的孩子皆辨色正常。

2. 生物的演化過程相當漫長，不易直接觀察，常藉由各種證據方能推論其演變的歷程。下列有關各種演化證據的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 根據化石及其所在地層，可推測古生物外形及其生活的環境
 - (B) 根據蝙蝠的飛膜與麻雀翅膀的同功構造，可推測物種的親緣關係
 - (C) 根據昆蟲與爬蟲類的胚胎發育過程，可推測兩者在綱的階層上具有共同祖先
 - (D) 根據化石的地理分布，可推測當時大陸板塊的位置與現今是否相同
 - (E) 根據物種之 DNA 分子核苷酸序列的相似性，可推測物種間的親緣關係之遠近

（改寫自 103 學年度學測）

參考答案：ADE

測驗目標：1a. 能知道重要的科學名詞和定義

1c. 能知道各階段科學進展的歷程

測驗內容：必修生物 BGb-Vc-4 演化證據對生物分類系統演變之影響。

說明：

- (B) 蝙蝠的前肢特化成飛膜，具有飛行的能力。其前肢的骨骼構造和鳥類翅膀的骨骼構造非常相似，這些器官或結構是來自於共同祖先的特徵，稱為「同源構造」，可藉以推測不同物種的親緣關係；但同功構造則不能用以推測親緣關係。
- (C) 在分類上，昆蟲屬於節肢動物門、爬蟲類屬於脊索動物門。分類在不同「門」的生物，其必定不同「綱」，因此在綱的階層上不會具有共同祖先。

3. 小玉觀察花的構造並繪出的示意圖如圖 14（此花朵已移除 3 片花瓣）。下列有關花的敘述，何者正確？

- (A) 甲為柱頭，是雄蕊的一部分
- (B) 乙是花藥，其中花粉染色體套數為 $2n$
- (C) 丙為子房中的胚珠，受精後會發育為種子
- (D) 生殖細胞的減數分裂發生在甲和乙
- (E) 花柱及子房壁都是由單套染色體的細胞組成

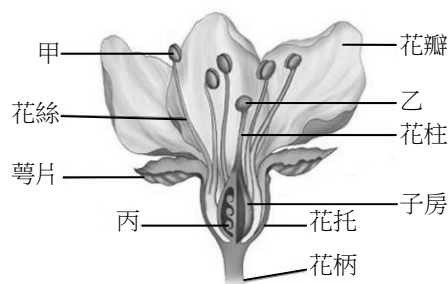


圖 14

（改寫自 107 學年度學測）

參考答案：C

測驗目標：1a. 能知道重要的科學名詞和定義

2c. 能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

4d. 能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）

測驗內容：必修生物 BDa-Vc-6 真核細胞的細胞分裂。

國中生物 Db-IV-7 花的構造中，雄蕊的花藥可產生花粉粒，花粉粒內有精細胞；雌蕊的子房內有胚珠，胚珠內有卵細胞。

說明：

本題結合國中課程概念，測驗學生對植物生殖構造與功能的瞭解。

- (A) 甲為花藥，是雄蕊的一部分。
- (B) 乙為柱頭，並非花藥。
- (D) 減數分裂發生的部位是在甲及丙。
- (E) 花柱及子房壁都是由雙套染色體的細胞組成。

第4-5題為題組

市面上部分的清潔用品含「柔珠」成分，主打抗痘、清潔及美白等功效。這類產品被大量使用時，柔珠也悄悄隨著下水道流入大海。由於柔珠直徑多小於 1 mm，淨水廠柵網無法攔截過濾，入海途中會吸附重金屬，而變為高毒性的微粒。海洋動物如果大量誤食，可能導致疾病或死亡。柔珠通常難以被分解，會持久留在海裡，造成生態系的沉重負擔。

科學家 Cózar 等人曾用 200 μm 的拖網在全球開放海域的輻合區探測漂浮性塑膠碎片的數量。結果顯示，污染物以直徑 1~5 mm 大小的塑膠微粒為主，其中直徑 2 mm 的比例最高，且小於 1 mm 者幾乎沒有。另有研究指出，海葵誤食 5 mm 的塑膠微粒 2 小時後，就會將其排出體外；若誤食更小的微粒（例如 0.1 和 9 μm ），則會將其累積在體內。

國際上越來越關注這個議題，美國總統歐巴馬於 2015 年底簽署一個法案，明定 2017 年 7 月之前，市面上所有的清潔用品都不得含有柔珠。我國環保署也已公告，2018 年 7 月起不得製造、輸入或販賣含塑膠微粒的個人清潔用品。

（108 年研究用試卷）

4. 下列敘述何者較符合本文意涵？
- (A) 美國在 2015 年就禁止使用含柔珠的產品
 - (B) 我國為亞洲第一個禁用含柔珠產品的國家
 - (C) 添加柔珠的清潔用品是海洋中最大的塑膠污染源
 - (D) 柔珠僅為海洋表面塑膠微粒組成的一小部分
 - (E) 柔珠因生產成本低，在日用產品中被大量使用

5. 根據上文，哪些選項有可能是 Cózar 等人在開放性海域幾乎蒐集不到直徑小於 1 mm 塑膠微粒的原因？（應選 3 項）
- (A) 世界各國已經全面禁用含柔珠成分的清潔用品
 - (B) 塑膠微粒可能附著大量重金屬，沉到海底底泥中
 - (C) 直徑較小的塑膠微粒被海洋生物誤食後不容易排出
 - (D) 直徑較小的塑膠微粒已被微生物或光分解
 - (E) 採樣設備不足，不夠有效蒐集直徑較小的塑膠微粒

【第 4 題】

參考答案：D

測驗目標：2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

5a.能根據事實或資料，評價科學對自然環境或人類文明的影響

測驗內容：探究與實作 發現問題

國中生物 Lb-IV-2人類活動會改變環境，也可能影響其他生物的生存。

說明：

本題測驗學生能否根據文章內容，擷取作答資訊及統整理解。(A)美國於2015年僅簽訂法案，尚未禁用含柔珠產品。(B)(E)文章並無敘述，無法做此判斷。(C)(D)海洋污染物以1~5 mm大小的塑膠微粒為主，故柔珠僅為海洋表面塑膠微粒組成的一小部分。

【第 5 題】

參考答案：BCE

測驗目標：2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

5b.能根據事實或資料，綜合科學知識，提出評析或思辨

測驗內容：探究與實作 規劃與研究

國中生物 Lb-IV-2人類活動會改變環境，也可能影響其他生物的生存。

說明：

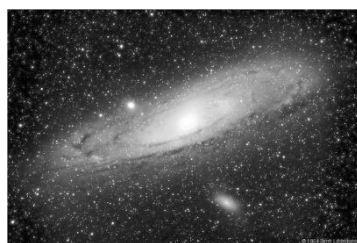
本題旨在測驗學生對科學文章進行合理的分析與推論。(A)(D)文章並無敘述，資訊不足無法做此推論。(B)塑膠微粒會吸附大量金屬微粒，故有可能沉積於海底。(C)由海葵實驗結果，可以做此推論。(E)科學家Cózar等人用200 μm 的拖網進行塑膠微粒採用，會漏掉小於200 μm 直徑大小的樣本，故可做此推論。

（四）地球科學

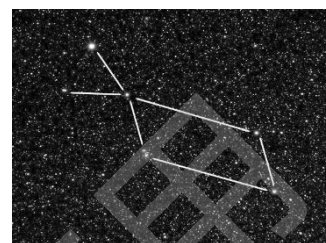
1. 圖 5 分別是昴宿星團 (a)、仙女座大星系 (b)、天琴星座 (c) 的影像。下列選項何者正確？（應選 2 項）



(a)



(b)



(c)

圖 5

- (A) 仙女座大星系屬於銀河系
 (B) 仙女座大星系是三者中最大的系統
 (C) 昴宿星團不屬於銀河系
 (D) 天琴星座中，肉眼可見的恆星都屬於銀河系
 (E) 天琴星座中的恆星和地球距離均相等

（改寫自 97 學年度學測）

參考答案：BD

測驗目標：1a. 能知道重要的科學名詞和定義

2a. 能理解文本、數據、式子或圖表等資料的意義

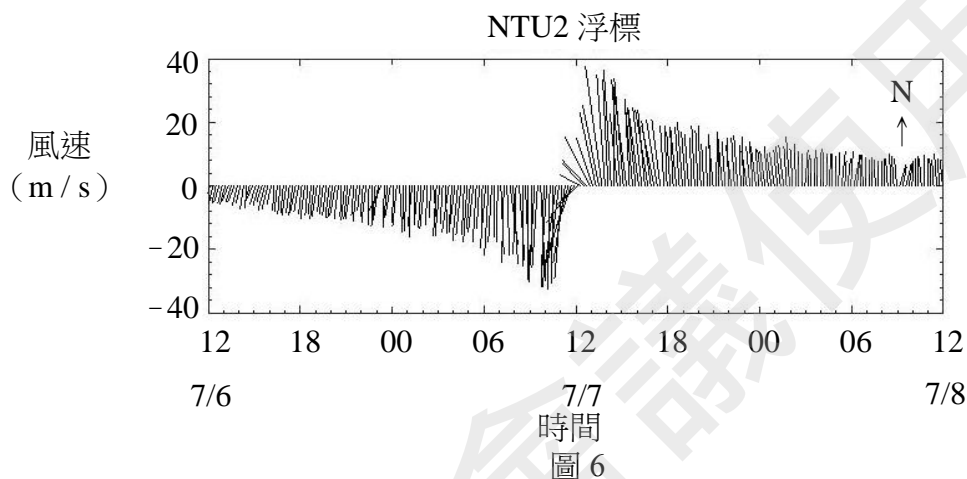
測驗內容：必修地球科學 EEd-Vc-1 我們的宇宙由各種不同尺度的天體所組成，且正在膨脹。

說明：

宇宙組織尺度由大而小為宇宙→星系群→星系→星團→恆星。

- (A) 仙女座大星系是其他星系，並不屬於銀河系。
 (B) 三張圖中尺度最大的系統是仙女座大星系，正確選項。
 (C) (D) 其他星系中的恆星離地球太遠，是無法觀察到的，所以昴宿星團和其他肉眼可見的恆星都屬於銀河系，(D) 為正確選項。
 (E) 星座指的是天空某一區域範圍中的恆星，是從地球向該天區看過去所有恆星的組合，與和地球的距離無關。

2. 2016年7月尼伯特強烈颱風撲台前，颱風中心曾通過海氣象浮標 NTU2，期間 NTU2 對風向以及風速的逐時觀測紀錄如圖 6 所示。圖 6 中，線段終點所對應的 Y 軸數值為風速，線段從風速為 0 的延伸方向則為風的去向，上方為北、右側為東。根據圖 6 中的風向與風速資料，可推測尼伯特颱風的颱風中心在約 7 月 7 日 12 時左右經過 NTU2。根據圖、文資料，下列哪些選項正確？（應選 3 項，(A)(B)選一項、(C)(D)選一項、(E)(F)選一項）



	颱風中心通過 NTU2 時風速的變化		颱風中心通過 NTU2 前後風向的變化		颱風通過 NTU2 的路徑
(A)	風速偏高，但前後出現最低風速	(C)	由吹北風改吹南風	(E)	由西向東
(B)	風速偏低，但前後出現最高風速	(D)	由吹南風改吹北風	(F)	由東向西

（改寫自 106 年研究用試卷）

參考答案：BDF

測驗目標：2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係

4d.能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）

測驗內容：必修地球科學 EMD-Vc-2 颱風是一個螺旋雲帶結構，中心氣壓最低。

EMD-Vc-3 侵臺颱風的路徑主要受太平洋高壓所引導，不同路徑對臺灣各地的風雨影響不同。

探究與實作 論證與建模

說明：

颱風在很靠近中心的外圍處，風速最大，但中心則幾近無風狀態。

另中心近地面的氣流為逆時鐘方向流動，在環流的一、四象限吹偏南風，在二、三象限吹偏北風。圖4線段延伸為風的去向，但風向是指風的來向，從圖得知颱風中心通過前後，風向由偏北風轉向偏南風，表示颱風第二、三象限先通過測站，然後才是一、四象限通過，也就是颱風是由東向西通過測站。所以選項(D)為正解。

3. 地球的歷史淵遠流長，地表的變動滄海桑田、千變萬化。重建地質事件發生的先後順序非常重要，下列哪些選項可用來判斷事件發生時間的先後？（應選3項）

- (A)風化程度：風化程度愈嚴重的岩石愈古老
- (B)疊置定律：未經變動的沉積岩層，愈底部愈古老
- (C)岩層截切關係定律：岩層被岩脈截切，岩層形成的時間較岩脈早
- (D)化石：含三葉蟲化石的岩層比含恐龍化石的岩層早生成
- (E)化學元素：鈾含量愈少的岩石愈古老

（108年研究用試卷）

參考答案：BCD

測驗目標：1a.能知道重要的科學名詞和定義

1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律

測驗內容：必修地球科學 Ehb-Vc-1 化石可以作為地層的相對地質年代對比的輔助工具。

Ehb-Vc-2 利用岩層中的化石與放射性同位素定年法，可幫助推論地層的絕對地質年代。

國中地球科學 Hb-IV-1 研究岩層岩性與化石可幫助了解地球的歷史。

Hb-IV-2 解讀地層、地質事件，可幫助了解當地的地層發展先後順序。

說明：

(A) 岩石風化程度和形成年紀並無正相關，和其岩性及周圍環境的關連性較大。

(B)(C)(D) 正確選項。

(E) 很多岩石原本就不含鈾元素，所以不是所有岩石都可以鈾元素含量變化來定出岩石年齡。

4. 金門料羅灣的最大潮差可高達 8 公尺，導致潮間帶非常寬闊。某日於乾潮開始後，觀測者甲量測碼頭港內的水位變化共三小時，他以保麗龍塊浮起長竿，每 10 分鐘用筆把參考階梯的位置標示在竿上並記錄時間，如圖 7- (a) 所示。觀測者乙在碼頭附近的沙灘上，同時進行三小時的測量，他每 10 分鐘以皮尺量測水線距某一參考點的距離，並記錄時間，如圖 7- (b) 所示。綜合兩人資料後，可以得到下列哪一項數據？

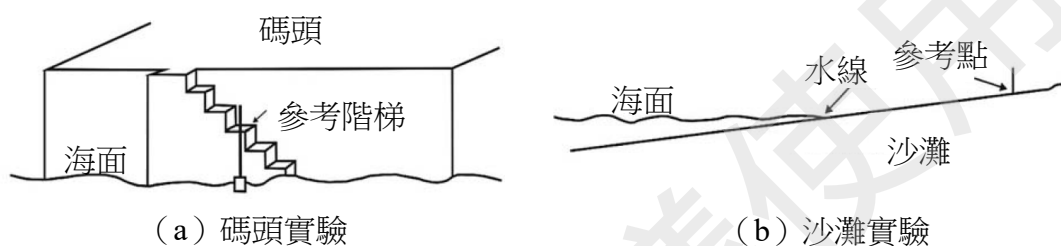


圖 7

- (A) 可以獲得一次漲退潮的精確時間長度
 (B) 可以獲得沙灘的潮間帶最大寬度
 (C) 可以獲得當天潮汐的最大潮差
 (D) 可以判斷滿潮的時刻
 (E) 可以概估沙灘的坡度

(改寫自 99 微調參考試卷)

參考答案：E

測驗目標：2c. 能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

3b. 能根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

4d. 能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）

測驗內容：必修地球科學 E1c-Vc-3 潮汐的變化受到日地月系統的影響有週期性。

探究與實作 論證與建模

說明：

半日潮的週期約 12 小時 25 分鐘，所以乾潮到下一次滿潮約 6 小時 12 分。觀測者甲、乙的實驗均只進行了三小時，無法得知選項 (A)、(B)、(C)、(D) 裡所描述的一次漲退潮的精確時間長度、潮間帶最大寬度、最大潮差、及滿潮時刻。但觀測者甲測得水位高度變化，觀測者乙測到相對高度的沙灘斜面長度，兩人的資料可以概估出沙灘的坡度，故 (E) 為正解。

二、第貳部分試題

一、國際度量衡大會考量科學的實驗結果應具有一貫性和可複製性，故制定國際單位制（SI），作為全球科學工作者採用的依據。

目前SI有七個基本物理量，例如長度、質量和時間；由基本量組合而成的物理量稱為「導出物理量」，例如速度、動能。國際度量衡大會為追求長期穩定的標準，在2019年5月20日世界度量日正式施行重新定義後的國際單位制基本單位，例如電流以電子電量重新定義1安培，質量以普朗克常數定義1公斤。

依據上述內容，回答下列1至4題：

- 下列何者是目前國際單位制的基本物理量？
(A)速度 (B)電流 (C)力矩 (D)力 (E)功
- 下列哪些是導出物理量？（應選2項）
(A)加速度 (B)長度 (C)時間 (D)質量 (E)功
- 以 kg、m、s 表示「動能」的單位，則動能的單位為何？
- 已知普朗克常數 h 的單位為 $J \cdot s$ ，可寫成 $[h] = J \cdot s$ 。以普朗克常數重新定義公斤，請問如何以 $[h]$ 、m、s 表示 kg？

【第1題】

參考答案：B

測驗目標：1a.能知道重要的科學名詞和定義

測驗內容：必修物理 PEA-Vc-1 科學上常用的物理量有國際標準單位。

說明：

此試題測驗考生對於國際單位系統之了解以及基本物理公式認知。

「國際單位系統」簡稱「SI制」，其定義七個基本物理量及對應單位如下：

基本物理量	基本單位	單位符號
長度	公尺	m
質量	公斤	kg
時間	秒	s
電流	安培	A
溫度	克耳文	K
發光強度	燭光	cd
物質數量	莫耳	mol

【第 2 題】

參考答案：AE

測驗目標：1b.能知道基本的科學現象、規則、學說、定律

測驗內容：必修物理 PEa-Vc-2 因工具的限制或應用上的方便，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。

說明：

此試題測驗考生對於導出物理量認知。

1. 「SI 制」，其定義七個基本物理量為長度、質量、時間、電流、溫度、發光強度、物質數量。故(B)(C)(D)為基本物理量。
2. 加速度是由長度與時間基本物理量所導出。功是由長度、時間及質量等基本物理量所導出。故加速度和功是導出物理量。

【第 3 題】

參考答案： $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$

測驗目標：1a.能知道重要的科學名詞和定義

2b.能找出文本、數據、式子或圖表等資料的特性、規則或關係

測驗內容：必修物理 PEa-Vc-2 因工具的限制或應用上的方便，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。

PEa-Vc-3 原子的大小約為 10^{-10} 公尺，原子核的大小約為 10^{-15} 公尺。

說明：

本題測驗學生是否能根據動能的定義，結合物理因次分析推論物理單位。導出量，寫出動能與質量和速率的關係。

1. 已知物理中動能計算方式為 $K = \frac{1}{2}mv^2$ 。
2. m 為質量，其單位是 kg； v 是速度，其單位 m/s。
3. 綜合上述分析，以基本單位表示動能的單位為 $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ 。

【第4題】

參考答案： $[h] \cdot \text{m}^{-2}\text{s}$

測驗目標：3a.能選用適當的資料解決問題

3b.能根據科學定律、模型，解釋日常生活現象或科學探究情境

測驗內容：必修物理 PKd-Vc-1 光具有粒子性，光子能量 $E=hf$ ，與其頻率 f 成正比。

說明：

本題測驗學生是否能根據短文說明，應用適當資料回答問題。

1. 已知物理中普朗克常數 h 的單位為 $\text{J} \cdot \text{s}$ 。
2. 焦耳(J)為能量單位，故可以由基本物理量表示成 $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ 。
3. 綜合分析，故普朗克常數的單位可表示為 $[h] = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}$ 。
4. 經數學運算可得公斤的單位為 $\text{kg} = [h] \cdot \text{s} / \text{m}^2$ 。

二、外傘頂洲不久後將消失（某媒體時事報導）

臺灣沿海最大沙洲—外傘頂洲（圖8），已面臨壽終正寢的時刻，當地漁民說，「再三、五年，就不見了。」學者專家也說：「再八年吧！」。到底外傘頂洲為何會消失，各方說法不一，但有不少人把矛頭指向北邊新建的工業區。

這座原被暱稱為「移動的國土」的沙洲，即將成為消失的國土，首當其衝的受害者，就是雲嘉地區的蚵農及沿海養殖漁業。依據○○大學水工試驗所調查資料，外傘頂洲超過平均海水水位面積，在1999年約有2888公頃，而2012年僅剩1220公頃。依目前沙洲淺化速度，倘若沒有適當防治措施，不久的將來可能就會消失。



圖 8

外傘頂洲 小檔案

- ◎ 位置：嘉義縣、雲林縣外海
 - ◎ 面積：2013 年乾潮時面積 1000 多公頃，滿潮時約 200 多公頃。
 - ◎ 形成時間：約西元 1600 年~1700 年
 - ◎ 形成原因：主要由濁水溪、北港溪泥沙沖積而成
 - ◎ 人口：1960 年代尚有數百人，2012 年後無人居住
- 依據上述內容，回答下列1-4題：

- 如果要驗證該媒體報導所述「有人認為近年外傘頂洲面積消滅主要由北邊新建的工業區建廠造成」是否為真，下列哪些是可用來對照佐證的資料？（應選 2 項）
 - 外傘頂洲面積變化歷史
 - 外傘頂洲人口數的變化歷史
 - 外傘頂洲產業及經濟的變化歷史
 - 外傘頂洲附近海流流向的變化歷史
 - 各種可能會影響外傘頂洲面積事件的發生時間
- 沙洲的面積是依沙洲露出海面的部分來計算。阿文從某張衛星照片計算為 800 公頃，小星從另一張衛星照片計算沙洲面積為 400 公頃。已確認兩人計算面積的方法及結果都是正確的，下列哪些最有可能是造成兩者結果差距如此大的原因？（應選 2 項）
 - 照片解析度不同
 - 拍攝的年份不同
 - 拍攝照片的衛星軌道高度不同
 - 衛星偵測到的電磁波波段不同
 - 因潮汐造成的海平面高度不同
- 請根據報導中標示底線部分的資料，將外傘頂洲面積變化數據在答題區的方格紙上作圖。假設外傘頂洲面積縮減速率維持不變，試畫出其面積變化趨勢線，用作圖法推估並標示出外傘頂洲消失（全部低於平均海水位）的年份為多少？（請以實線畫出趨勢線，虛線表示推估線，標出兩座標軸的單位，資料點的座標，並請留意作圖範圍勿超出方格）。
- 下列是六位學生對於外傘頂洲面積變化及其影響的推論，已知丙同學的論述是錯誤的之外，還有一位同學的敘述也是錯誤的。請找出錯誤的同學，並更正其敘述錯誤之處（參考丙同學的更正方式）。

甲：外傘頂洲主要由濁水溪、北港溪泥沙沖積而成，所以兩條河流上的水庫和攔沙壩等工程也會影響其面積變化。

乙：外傘頂洲被稱為「移動的國土」，表示沙洲靠近海岸部分的沙，是不斷被侵蝕和沉積的。

丙：在外傘頂洲上放置消波塊，可以減緩海浪侵蝕的速率，同時增加沉積物的來源及沉積的量。

丁：以目前外傘頂洲面積不斷減少的狀況，表示沙洲已沒有沉積物來源。

戊：外傘頂洲面積的縮減可能減少沙洲對雲嘉海岸線的屏障，造成其海岸線的後退。

己：如果外傘頂洲消失，附近雲嘉海岸生態及經濟產業可能要改變。

錯誤同學	更正方式
丙	在外傘頂洲上放置消波塊是為了用來減緩海浪侵蝕的速率，但不會增加沉積物的來源及沉積的量。

【第 1 題】

參考答案：AE

測驗目標：3a.能選用適當的資料解決問題

4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係

測驗內容：必修地球科學 E1c-Vc-3 潮汐的變化受到日地月系統的影響有週期性。

探究與實作 發現問題、規劃與研究

國中地球科學 Ia-IV-1外營力及內營力的作用會改變地貌。

說明：

影響沙洲面積變化的因素很多，如沉積物來源及數量、海岸地形及侵蝕速率變化……等，要驗證「近年外傘頂洲面積消滅主要由北邊新建的工業區建廠造成」這句話是否為真，應該要將外傘頂洲以往面積的變化歷史對照各種可能響外傘頂洲面積事件發生的時間點，才能比較出「新建工業區建廠」是否是影響近年沙洲面積變化的主因。因本題只選兩項答案，故以(A)和(E)是最適合的選項。

【第 2 題】

參考答案：BE

測驗目標：4b.能針對日常生活現象或科學探究情境，找出或發現問題的因果關係

4d.能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）

測驗內容：必修地球科學 E1c-Vc-3 潮汐的變化受到日地月系統的影響有週期性。

探究與實作 發現問題

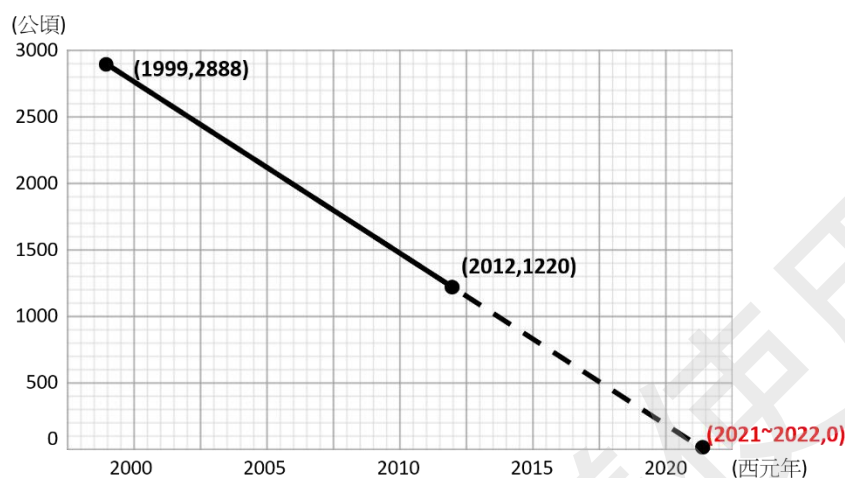
國中地球科學 Ia-IV-1外營力及內營力的作用會改變地貌。

說明：

因題幹說明此面積差異非計算造成的誤差，所以應該是沙洲本身露出海面的面積變化造成。其原因之一可能是在不同時間，潮汐造成海水面高度不同，因沙洲較平緩，潮間帶很大，故面積變化很大；原因之二可能是在數年間沉積侵蝕過程造成的沙洲面積變化。故(B)(E)為正解。

【第3題】

參考答案：



測驗目標：2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納
3a.能選用適當的資料解決問題

測驗內容：探究與實作 論證與建模、表達與分享

說明：

利用文本資料提供的數據「在1999年約有2888公頃，而2012年僅剩1220公頃」，及題幹中說明「假設外傘頂洲面積縮減速率維持不變」之條件，可以用年份及沙洲面積分別為兩座標軸，在圖中畫出兩點，通過兩點的直線斜率為其面積縮減速率，直線延伸外推到面積為0時的年份即為沙洲消失的時間。

【第4題】

參考答案：

錯誤同學	更正方式
丁	以目前外傘頂洲面積不斷減少的狀況，表示沙洲被侵蝕的速率大於沉積的速率。

測驗目標：5a.能根據事實或資料，評價科學對自然環境或人類文明的影響

5b.能根據事實或資料，綜合科學知識，提出評析或思辨

測驗內容：必修地球科學 E1c-Vc-2 波浪形成的主因為風吹海面，而波浪會影響海岸地形。

ENa-Vc-3認識地球環境有助於經濟、生態、文化及政策四個面向的永續發展。

探究與實作 表達與分享

說明：

錯誤同學丁：外傘頂洲的面積取決於整體的侵蝕速率和沉積速率，當侵蝕速率大於沉積速率時則面積減少。

其他敘述補充說明如下：

甲：沙洲面積受沉積和侵蝕作用影響，如果沉積物被水庫和攔沙壩等攔截，沉積物減少，面積就會縮小

乙：移動的國土表示沙洲處於侵蝕和沉積不斷作用的動態變化中。

丙：消波塊可以減少水衝擊的能量，減緩侵蝕作用，但不能增加沉積物的來源。

戊：當沙洲縮減或消失時，外海的大浪會直接影響雲嘉海岸，侵蝕力增加，海岸線會後退。

己：雲嘉海岸的經濟主要為海水養殖業，受地形影響很大。錯誤同學丁：以目前外傘頂洲面積不斷減少的狀況，表示沙洲被侵蝕的速率大於沉積的速率。

三、小明想瞭解光合作用的反應機制，請教了兩位老師。

生物老師說：植物在葉綠體中進行光合作用時，利用光能將二氧化碳及水轉變成葡萄糖和氧氣。光合作用包含光反應及碳反應兩個階段。光反應是葉綠體利用所吸收的光能將水分子分解，釋放出氧氣、氫離子及電子，再經由一系列電子傳遞過程，將光能轉變成化學能，這些化學能再經由碳反應而儲存於醣類中。

化學老師說：2,6-二氯酚靛酚（2,6-dichlorophenol-indophenol，縮寫為DCPIP）是一種常用的氧化還原指示劑，利用DCPIP可檢測植物光合作用的相關機制，示意圖如圖9。

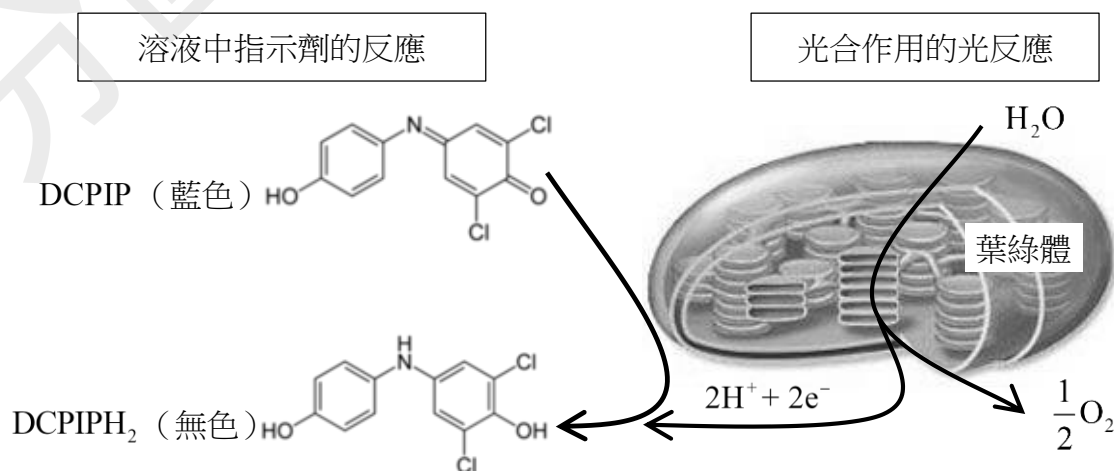


圖 9

小明聽了兩位老師的說明後，想利用葉綠體進行光反應時會釋出電子，以及DCPIP接受電子後會變色的特性，來瞭解植物光反應的過程。小明首先從菠菜葉片取得葉綠體，添加0.5 M蔗糖溶液，製備成綠色的「葉綠體懸浮液」，此懸浮液具有葉綠體的正常功能。然後，進行A~D試管的實驗，其結果如表2所示。

表2 光反應實驗條件與結果

實驗材料與條件		A試管	B試管	C試管	D試管	E試管
葉綠體懸浮液 (mL)		0	0	4.5	4.5	2.0
0.5 M 蔗糖溶液 (mL)		4.5	4.5	0	0	2.5
0.05% 藍色DCPIP溶液 (mL)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
未照光前溶液顏色		藍色	藍色	藍綠色	藍綠色	藍綠色
照光處理		不照光	照光	不照光	照光	照光
實驗結果	實驗10分鐘後溶液顏色	藍色	藍色	藍綠色	藍綠色	
	實驗20分鐘後溶液顏色	藍色	藍色	藍綠色	接近綠色	
	實驗30分鐘後溶液顏色	藍色	藍色	藍綠色	完全綠色	

- 小明依據實驗結果提出下列甲~丙3項推論，這3個推論何者正確？
 推論甲：根據B及D試管實驗結果，推測沒有葉綠體，不會進行光反應。
 推論乙：根據C及D試管實驗結果，推測沒有照光，不會進行光反應。
 推論丙：根據A及B試管實驗結果，推測需要照光，才能進行光反應。
 (A)只有甲 (B)只有乙 (C)只有丙
 (D)只有甲乙 (E)只有甲丙 (F)只有乙丙
 (G)甲乙丙均正確
- 若D試管中0.05%藍色的DCPIP溶液濃度改為0.10%，其餘溶液不變，經光照x分鐘後，試管原有的藍綠色完全褪色成為綠色，則x應為下列何者較為合理？
 (A) $x < 10$ (B) $x < 20$ (C) $x < 30$ (D) $x = 30$ (E) $x > 30$
- 若將藍色DCPIP溶液與蔗糖溶液混合，經光照處理後，試問溶液的顏色為何？是否發生氧化還原反應？試以小明的實驗結果說明。
- 小華想要改變實驗條件，於是設計了E試管的實驗，條件如表2所示，並比較10、20與30分鐘溶液的顏色。試問小華設計這實驗的目的為何？

說明：

本試題主要是展現一種題型，即根據已習得的高一必修知識內容，進行實驗操作程序，並針對實驗結果提出推論與分析。

【第1題】

參考答案：D

測驗目標：1d.能知道學科間連結的重要性

2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

3d.能應用科學定律、模型，評論探究過程或實驗架構

4c.能根據事實或資料，整理分辨各種觀點的異同

測驗內容：必修生物 BDa-Vc-4 光合作用與呼吸作用的能量轉換關係

探究與實作 論證與建模

說明：

根據題幹內容說明的實驗目的，A~D試管的實驗設計是利用DCPIP作為指示劑以檢驗光反應是否進行，目的在瞭解照光的有無對葉綠體發生光反應的影響，以及葉綠體是發生光反應的構造。根據實驗結果得到三種推論：

1. 推論甲正確。因為B及D試管的實驗條件只差別在是否含有葉綠體，在光照下，加了葉綠體懸浮液的D試管，其藍色會褪掉，代表有光反應發生；而未加葉綠體懸浮液的B試管，其藍色維持，代表無法進行光反應。因此，實驗結果可推論沒有葉綠體，不會進行光反應。
2. 推論乙正確。因為C及D試管的實驗條件只差別在是否有照光。照光的D試管，其藍色會褪掉，代表有光反應發生；而未照光的C試管，其藍色維持，代表無法進行光反應。因此，實驗結果可推論沒有照光，不會進行光反應。
3. 推論丙錯誤。由實驗設計及結果得知，光反應的必要條件為光照及有活性的葉綠體存在，而A及B試管的實驗條件皆不具有葉綠體，因此都無法發生光反應。由此可知，無法藉由A及B試管的實驗判斷是否需要照光，才能進行光反應。

【第2題】

參考答案：E

測驗目標：1d.能知道學科間連結的重要性

2c.能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

4d.能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）

測驗內容：必修化學 CJa-Vc-3 莫耳與簡單的化學計量。
CJb-Vc-3 體積莫耳濃度的表示法。

探究與實作 規劃與研究、論證與建模

說明：

D 試管之 DCPIP 溶液濃度由 0.05% 提高至 0.10%，則將溶液中所有 DCPIP 反應至還原態褪色所需時間增長。故選(C)。

【第 3 題】

參考答案：(1) 由試管 A 及 B 的實驗結果顯示溶液為藍色。

(2) 不發生氧化還原反應。

由試管 A 及 B 的實驗結果顯示，DCPIP 藍色溶液與蔗糖溶液混合，無論照光與否均不褪色。

測驗目標：1d. 能知道學科間連結的重要性

2c. 能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

3a. 能選用適當的資料解決問題

4d. 能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）

測驗內容：必修化學 CJc-Vc-1 氧化還原的廣義定義為：物質失去電子稱為氧化反應；得到電子稱為還原反應。

探究與實作 發現問題、規劃與研究、表達與分享

說明：

由試管 A 及 B 的實驗結果顯示，DCPIP 藍色溶液與蔗糖無色溶液混合，無論照光與否均不褪色，為藍色。

由試管 A 及 B 無論照光與否 DCPIP 藍色溶液均不褪色，表示沒有發生氧化還原反應。

【第 4 題】

參考答案：實驗目的為探究葉綠體濃度降低是否會影響褪色速率（光合作用效率）。

測驗目標：1d. 能知道學科間連結的重要性

2c. 能根據文本、數據、式子或圖表等資料作解釋、比較、推論、延伸或歸納

3d. 能應用科學定律、模型，評論探究過程或實驗架構

4c. 能根據事實或資料，整理分辨各種觀點的異同

測驗內容：必修生物 BDa-Vc-4 光合作用與呼吸作用的能量轉換關係

探究與實作 規劃與研究、論證與建模

說明：

由各試管的實驗條件及結果可知，D試管的實驗條件最完整，能進行光反應。比對D試管，E試管的實驗條件只加入葉綠體懸浮液2.0 mL，大約為D試管的一半，預測E試管藍色的褪色速率比D試管慢。如果預測結果正確，可推測葉綠體濃度會影響褪色速率（光合作用效率）。因此，E試管的實驗目的為探究葉綠體濃度降低應該會影響褪色速率（光合作用效率）。

附件、學科能力測驗自然考科測驗範圍

一、生物

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)	<p>BDa-Vc-1 不同的細胞具有不同的功能、形態及構造。</p> <p>BDa-Vc-2 原核細胞與真核細胞的構造與功能。</p> <p>BDa-Vc-3 ATP 是提供細胞生理作用所需能量的直接來源。</p> <p>BDa-Vc-4 光合作用與呼吸作用的能量轉換關係。</p> <p>BDa-Vc-5 真核細胞的細胞週期包括間期與細胞分裂期。</p> <p>BDa-Vc-6 真核細胞的細胞分裂。</p> <p>BDa-Vc-7 有絲分裂的過程。</p> <p>BDa-Vc-8 動物生殖細胞一般須經過減數分裂的過程形成配子。</p> <p>BDa-Vc-9 多細胞生物的受精卵經由有絲分裂與細胞分化的過程，形成不同類型的細胞。</p>
演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)	<p>BGa-Vc-1 孟德爾遺傳法則中，性狀與遺傳因子之關係。</p> <p>BGa-Vc-2 孟德爾遺傳法則的延伸。</p> <p>BGa-Vc-3 遺傳的染色體學說之發展歷程。</p> <p>BGa-Vc-4 性聯遺傳。</p> <p>BGa-Vc-5 遺傳物質為核酸。</p> <p>BGa-Vc-6 分子遺傳學的中心法則。</p> <p>BGa-Vc-7 同一性狀具有不同的表徵。</p>
	演化 (Gb)	<p>BGb-Vc-1 生物性狀的表徵比例會變動。</p> <p>BGb-Vc-2 達爾文的演化理論。</p> <p>BGb-Vc-3 共同祖先的概念對生物分類系統之影響。</p> <p>BGb-Vc-4 演化證據對生物分類系統演變之影響。</p> <p>BGb-Vc-5 在地球上的生物經演化過程而形成目前的生物多樣性。</p>

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
科學、科技、社會及人文 (M)	科學發展的歷史 (Mb)	BMb-Vc-1 細胞學說的發展歷程。 BMb-Vc-2 孟德爾依據實驗結果推論遺傳現象的規律性。 BMb-Vc-3 性染色體的發現。 BMb-Vc-4 演化觀念的形成與發展。
	科學在生活中的應用 (Mc)	BMc-Vc-1 基因轉殖技術的應用。

二、物理

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)	PBa-Vc-1 電場以及磁場均具有能量，利用手機傳遞訊息即是電磁場以電磁波的形式來傳遞能量的實例。 PBa-Vc-2 不同形式的能量間可以轉換，且總能量守恆。能量的形式因觀察尺度的不同，而有不同的展現與說明。 PBa-Vc-3 質量及能量可以相互轉換，其轉換公式為 $E = mc^2$ 。 PBa-Vc-4 原子核的融合以及原子核的分裂是質量可以轉換為能量的應用實例，且為目前重要之能源議題。
	溫度與熱量 (Bb)	PBb-Vc-1 克氏溫標的意義及理想氣體的內能的簡單說明。 PBb-Vc-2 實驗顯示：把功轉換成熱很容易，卻無法把熱完全轉換為功。 PBb-Vc-3 物體內的原子不斷在運動並交互作用，此交互作用能量與原子的動能合稱為熱能。 PBb-Vc-4 由於物體溫度的不同所造成的能量傳遞稱為熱。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
物質系統 (E)	自然界的尺度與單位 (Ea)	PEa-Vc-1 科學上常用的物理量有國際標準單位。 PEa-Vc-2 因工具的限制或應用上的方便，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。 PEa-Vc-3 原子的大小約為 10^{-10} 公尺，原子核的大小約為 10^{-15} 公尺。
	力與運動 (Eb)	PEb-Vc-1 伽利略之前學者對物體運動的觀察與思辯。 PEb-Vc-2 伽利略對物體運動的研究與思辯歷程。 PEb-Vc-3 克卜勒行星運動三大定律發現的歷史背景及內容。 PEb-Vc-4 牛頓三大運動定律。 PEb-Vc-5 摩擦力、正向力、彈力等常見的作用力。
自然界的現象與交互作用 (K)	波動、光及聲音 (Ka) 萬有引力 (Kb)	PKa-Vc-1 波速、頻率、波長的數學關係。 PKa-Vc-2 定性介紹都卜勒效應及其應用。 PKa-Vc-3 歷史上光的主要理論有微粒說和波動說。 PKa-Vc-4 光的反射定律，並以波動理論解釋折射定律。 PKa-Vc-5 光除了反射和折射現象外，也有干涉及繞射現象。 PKa-Vc-6 惠更斯原理可以解釋光波如何前進、干涉和繞射。 PKa-Vc-7 馬克士威從其方程式預測電磁波的存在，且計算出電磁波的速度等於光速，因此推論光是一種電磁波，後來也獲得證實。 PKb-Vc-1 牛頓運動定律結合萬有引力定律可用以解釋克卜勒行星運動定律。 PKb-Vc-2 物體在重力場中運動的定性描述。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
	電磁現象（Kc）	<p>PKc-Vc-1 電荷會產生電場，兩點電荷間有電力，此力量值與兩點電荷所帶電荷量成正比，與兩點電荷間的距離平方成反比。</p> <p>PKc-Vc-2 原子內帶負電的電子與帶正電的原子核以電力互相吸引，形成穩定的原子結構。</p> <p>PKc-Vc-3 變動的磁場會產生電場，變動的電場會產生磁場。</p> <p>PKc-Vc-4 所有的電磁現象經統整後，皆可由馬克士威方程式描述。</p> <p>PKc-Vc-5 馬克士威方程式預測電磁場的擾動可以在空間中傳遞，即為電磁波。</p> <p>PKc-Vc-6 電磁波包含低頻率的無線電波，到高頻率的伽瑪射線在日常生活中有廣泛的應用。</p>
	量子現象（Kd）	<p>PKd-Vc-1 光具有粒子性，光子能量 $E = h\nu$，與其頻率 ν 成正比。</p> <p>PKd-Vc-2 光電效應在日常生活中的應用。</p> <p>PKd-Vc-3 原子光譜。</p> <p>PKd-Vc-4 能階的概念。</p> <p>PKd-Vc-5 電子的雙狹縫干涉現象與其波動性。</p> <p>PKd-Vc-6 光子與電子以及所有微觀粒子都具有波粒二象性。</p> <p>PKd-Vc-7 牛頓運動定律在原子尺度以下並不適用。</p>
	基本交互作用（Ke）	<p>PKe-Vc-1 原子核內的質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有強力使它們互相吸引。</p> <p>PKe-Vc-2 單獨的中子並不穩定，會透過弱作用（或弱力）自動衰變成質子及其他粒子。</p> <p>PKe-Vc-3 自然界的一切交互作用可完全由重力、電磁力、強力、以及弱作用等四種基本交互作用所涵蓋。</p>

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	PMc-Vc-1 用電安全。 PMc-Vc-2 電在生活中的應用。 PMc-Vc-3 科學的態度與方法。 PMc-Vc-4 近代物理科學的發展，以及不同性別、背景、族群者於其中的貢獻。
資源與永續發展 (N)	能源的開發與利用 (Nc)	PNc-Vc-1 原子核的分裂。 PNc-Vc-2 核能發電與輻射安全。 PNc-Vc-3 能量一樣的系統，作功的能力不一定相同。 PNc-Vc-4 雖然能量守恆，但能量一旦發生形式上的轉換，通常其作功效能會降低。

三、化學

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
物質的組成與特性 (A)	物質組成與元素的週期性 (Aa)	CAa-Vc-1 拉瓦節提出物質最基本的組成是元素。 CAa-Vc-2 道耳頓根據定比定律、倍比定律、質量守恆定律及元素概念提出原子說。 CAa-Vc-3 元素依原子序大小順序，有規律的排列在週期表上。 CAa-Vc-4 同位素。
	物質的形態、性質及分類 (Ab)	CAb-Vc-1 物質的三相圖。 CAb-Vc-2 元素可依特性分為金屬、類金屬及非金屬。 CAb-Vc-3 化合物可依組成與性質不同，分為離子化合物與分子化合物。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換(Ba)	CBa-Vc-1 化學反應發生後，產物的能量總和較反應物低者，為放熱反應；反之，則為吸熱反應。 CBa-Vc-2 能量轉換過程遵守能量守恆。
物質的結構與功能 (C)	物質的分離與鑑定(Ca)	CCa-Vc-1 混合物的分離過程與純化方法：蒸餾、萃取、色層分析、硬水軟化及海水純化等。 CCa-Vc-2 化合物特性的差異。
	物質的結構與功能(Cb)	CCb-Vc-1 原子之間會以不同方式形成不同的化學鍵結。 CCb-Vc-2 化學鍵的特性會影響物質的結構，並決定其功能。
物質系統 (E)	氣體(Ec)	CEc-Vc-1 氣體基本性質。
物質的反應、平衡	物質反應規律(Ja)	CJa-Vc-1 拉瓦節以定量分析方法，驗證質量守恆定律。化學反應僅為原子的重新排列組合，其個數不變，依此原則即可平衡化學反應方程式。 CJa-Vc-2 莫耳與簡單的化學計量。
	水溶液中的變化(Jb)	CJb-Vc-1 溶液的種類與特性。 CJb-Vc-2 定量說明物質在水中溶解的程度會受到水溫的影響。 CJb-Vc-3 體積莫耳濃度的表示法。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
及 製 造 (J)	氧化與還原反應 (Jc)	CJc-Vc-1 氧化還原的廣義定義為：物質失去電子稱為氧化反應；得到電子稱為還原反應。 CJc-Vc-2 氧化劑與還原劑的定義及常見氧化劑與還原劑。
	酸鹼反應 (Jd)	CJd-Vc-1 水可自解離產生 H^+ 與 OH^- 。 CJd-Vc-2 根據阿瑞尼斯的酸鹼學說，物質溶於水中，可解離出 H^+ 為酸；可解離出 OH^- 為鹼。 CJd-Vc-3 $pH = -\log[H^+]$ ，此數值可代表水溶液的酸鹼程度。 CJd-Vc-4 在水溶液中可幾乎 100% 解離的酸或鹼，稱為強酸或強鹼；反之則稱為弱酸或弱鹼。
	化學反應速率與平衡 (Je)	CJe-Vc-1 定溫時，飽和溶液的溶質溶解度為定值，其溶質溶解與結晶達到平衡。 CJe-Vc-2 物質的接觸面積大小對反應速率之影響。
	有機化合物的性質、製備及反應 (Jf)	CJf-Vc-1 醣類、蛋白質、油脂及核酸的性質與功能。 CJf-Vc-2 常見的界面活性劑包括肥皂與清潔劑，其組成包含親油性的一端和親水性的一端。 CJf-Vc-3 界面活性劑的性質與應用。
科 學 、 科 技 、 社 會 及 人 文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)	CMa-Vc-1 化學製造流程對日常生活、社會、經濟、環境及生態的影響。
	科學發展的歷史 (Mb)	CMb-Vc-1 近代化學科學的發展，以及不同性別、背景、族群者於其中的貢獻。 CMb-Vc-2 未來科學的發展。
	科學在生活中的應用 (Mc)	CMc-Vc-1 水的處理過程。 CMc-Vc-2 生活中常見的藥品。 CMc-Vc-3 化學在先進科技發展的應用。
	環境汙染與防治 (Me)	CMe-Vc-1 酸雨的成因、影響及防治方法。 CMe-Vc-2 全球暖化的成因、影響及因應方法。 CMe-Vc-3 臭氧層破洞的成因、影響及防治方法。 CMe-Vc-4 工業廢水的影響與再利用。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
資源與永續發展 (N)	永續發展與資源的利用 (Na)	CNa-Vc-1 永續發展在於滿足當代人之需求，又不危及下一代之發展。 CNa-Vc-2 將永續發展的理念應用於生活中。 CNa-Vc-3 水資源回收與再利用。 CNa-Vc-4 水循環與碳循環。
	能源的開發與利用 (Nc)	CNc-Vc-1 新興能源與替代能源在臺灣的發展現況。

四、地球科學

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
物質系統 (E)	宇宙與天體 (Ed)	EEd-Vc-1 我們的宇宙由各種不同尺度的天體所組成，且正在膨脹。 EEd-Vc-2 天體的亮度與光度用視星等與絕對星等來表示。 EEd-Vc-3 天文觀測可在不同的電磁波段進行。 EEd-Vc-4 恆星的顏色可用來了解恆星的表面溫度。
地球環境 (F)	組成地球的物質 (Fa)	EFa-Vc-1 由地震波可以協助了解固體地球具有不同性質的分層。 EFa-Vc-2 固體地球各分層之化學組成與物理狀態不同。 EFa-Vc-3 大氣溫度與壓力會隨高度而變化。 EFa-Vc-4 海洋表水鹽度主要受降水、蒸發及河川注入等因素影響。 EFa-Vc-5 海水的溫度隨深度和水平分布而變化。
	地球與太空 (Fb)	EFb-Vc-1 由地球觀察恆星的視運動可以分成周日運動與周年運動。
地球的歷史 (H)	地球的起源與演變 (Ha)	EHa-Vc-1 天文學家以太陽星雲學說來解釋太陽系的起源和形成。太陽系是由太陽、行星、衛星、小行星和彗星等天體組成。 EHa-Vc-2 與其他類地行星及太陽系小天體相較，地球獨一無二的環境，極為適合生命的發生和繁衍。 EHa-Vc-3 在地球大氣演化過程中，海洋與生物扮演著極其重要的角色。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
	地層與化石（Hb）	EHb-Vc-1 化石可以作為地層的相對地質年代對比的輔助工具。 EHb-Vc-2 利用岩層中的化石與放射性同位素定年法，可幫助推論地層的絕對地質年代。
變動的地球（I）	地表與地殼的變動（Ia）	EIa-Vc-1 科學家曾經提出大陸漂移、海底擴張及板塊構造等主要學說，來解釋變動中的固體地球。 EIa-Vc-2 板塊邊界可分為聚合、張裂及錯動三大類型。 EIa-Vc-3 板塊邊界有各種不同的地質作用與岩漿活動。 EIa-Vc-4 由地質構造與震源分布等特徵，可推論臺灣位於聚合型板塊邊界。
	天氣與氣候變化（Ib）	EIb-Vc-1 一定氣壓下，氣溫越高，空氣所能容納的水氣含量越高。 EIb-Vc-2 當水氣達到飽和時，多餘的水氣會凝結或凝固。 EIb-Vc-3 空氣中的水氣量可以用濕度來表示。 EIb-Vc-4 空氣上升時會因為膨脹而降溫。 EIb-Vc-5 大氣的水平運動主要受氣壓梯度力、科氏力和摩擦力的影響。 EIb-Vc-6 天氣圖是由各地氣象觀測資料繪製而成，用以分析天氣。 EIb-Vc-7 大氣與海洋的交互作用會影響天氣，造成氣候變化，例如：聖嬰現象。
	海水的運動（Ic）	EIc-Vc-1 表面海流受盛行風的影響。 EIc-Vc-2 波浪形成的主因為風吹海面，而波浪會影響海岸地形。 EIc-Vc-3 潮汐的變化受到日地月系統的影響有週期性。 EIc-Vc-4 臺灣海峽的潮流運動隨地點不同而有所差異。
	晝夜與季節（Id）	EId-Vc-1 太陽每日於天空中的位置會隨季節而改變。

主題	次主題	第五學習階段學習內容（必修）
科學、科技、社會及人文 (M)	天然災害與防治 (Md)	<p>EMd-Vc-1 颱風形成有其必要條件與機制。</p> <p>EMd-Vc-2 颱風是一個螺旋雲帶結構，中心氣壓最低。</p> <p>EMd-Vc-3 侵臺颱風的路徑主要受太平洋高壓所引導，不同路徑對臺灣各地的風雨影響不同。</p> <p>EMd-Vc-4 臺灣位在活躍的板塊交界，斷層活動引發的地震及所導致的災害常造成巨大的損失。</p>
資源與永續發展 (N)	永續發展與資源的利用 (Na)	<p>ENa-Vc-1 永續發展對地球與人類的延續有其重要性。</p> <p>ENa-Vc-2 節用資源與合理開發，可以降低人類對地球環境的影響，以利永續發展。</p> <p>ENa-Vc-3 認識地球環境有助於經濟、生態、文化及政策四個面向的永續發展。</p>
	氣候變遷之影響與調適 (Nb)	<p>ENb-Vc-1 氣候變化有多重時間尺度的特性。</p> <p>ENb-Vc-2 冰期與間冰期的氣溫變化及海平面的升降，對全球生物與自然環境會造成影響。</p> <p>ENb-Vc-3 過去主導地球長期的自然氣候變化的原理並無法完全用來解釋近幾十年來快速的氣候變遷情形。根據目前科學證據了解人類活動是主要因素。</p> <p>ENb-Vc-4 因應氣候變遷的調適有許多面向與方法。</p>

五、「自然科學探究與實作」課程內容

普通型高級中等學校「自然科學探究與實作」課程內容屬於新設必修領域課程內容，共佔自然科學領域部定必修學分數三分之一，可以分兩學期實施。旨在以實作的過程，針對物質與生命世界培養學生發現問題、認識問題、問題解決，以及提出結論與表達溝通之能力。本課程內容含有探究本質的實作活動、跨科的學習素材、多元的教法與評量方式，培養學生自主行動、表達、溝通互動和實務參與之核心素養。主要是提供學生體驗科學探究歷程與問題解決的學習環境和機會；促進正向科學態度和提升科學學習動機；培養科學思考與發現關鍵問題的能力；探索科學知識發展與科學社群運作的特徵，藉此認識科學本質。另外，此領域課程乃延續國民小學至國民中學教育階段探究與實作國民科學素養之培育，故列為必修課程內容。

自然科學探究與實作課程內容在於提供學生統整的學習經驗，強調跨學科之間的整合，以綜合運用自然科學領域的七項跨科概念（物質與能量、構造與功能、系統與尺度、改變與穩定、交互作用、科學與生活、資源與永續性），期能學理與實踐相互為用。學習系統性知識及跨領域對話與思考，以實用性及生活化的題材和議題為主，因此自然科學探究與實作的內容採不分科為原則。透過適當提問的主題探討和實作活動，引導學生體驗科學實踐的歷程，循序建構高層次獨立思考及團隊合作的能力，進而成為具有科學素養並能理性積極參與公眾決策的未來公民，以達適性揚才的教育目標。

自然科學探究與實作的學習重點分為「探究學習內容」和「實作學習內容」兩部分。「探究學習內容」著重於科學探究歷程，可歸納為四個主要項目：發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享，各主要項目下包含的細項詳見下表。「實作學習內容」為可實際進行操作的科學活動，例如：觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與作結論等。探究與實作學習內容各項目未必有固定的步驟順序，可依探究的主題和實作活動採循環或遞迴等方式進行。

探究學習內容		實作學習內容
<p>◎發現問題</p> <p>基於好奇、求知或需要，觀察生活周遭和外在世界現象，察覺可探究的問題，進而蒐集整理所需的資訊，釐清並訂定可解決或可測試的研究問題，預測可能的結果，提出想法、假說或模型。</p>	觀察現象	<ul style="list-style-type: none"> 從日常經驗、學習活動、自然環境、書刊或網路媒體等，進行多方觀察。 運用感官或儀器辨識物體和現象的特性。 依據時間或空間的不同以觀察物體和現象的變化。 推測所觀察現象的可能成因。
	蒐集資訊	<ul style="list-style-type: none"> 利用報紙、圖書、網路與媒體蒐集相關資訊，並判斷資訊來源的可靠性。 閱讀與理解資訊內容。 整理並提取適當的資訊。
	形成或訂定問題	<ul style="list-style-type: none"> 依據觀察所得，經由蒐集資訊、閱讀和討論等過程，提出適合科學探究的問題。 當有多個問題同時存在時，能分辨並選擇優先重要之問題。
	提出可驗證的觀點	<ul style="list-style-type: none"> 依據選定的問題提出想法、假說或模型。
<p>◎規劃與研究</p> <p>根據提出的問題，擬定研究計畫和進度。辨明影響結果的變因，選擇或設計適當的工具或儀器觀測，以獲得有效的資料數據，或根據預期目標並經由測試結果檢視最佳化條件。</p>	尋找變因或條件	<ul style="list-style-type: none"> 判定與研究問題相關的影響因素，並分析因素間的關係。 合理的預測探究的可能結果。
	擬定研究計畫	<ul style="list-style-type: none"> 依據所提出的問題，計劃適當的方法、材料、設備與流程。 應用或組裝合適的器材與儀器。
	收集資料數據	<ul style="list-style-type: none"> 正確且安全的操作器材設備。 設計適當的紀錄格式並詳實記錄。 有系統性的收集定性或定量的資料數據或檢視最佳化條件。

探究學習內容		實作學習內容
<p>◎論證與建模</p> <p>分析資料數據以提出科學主張或結論、發現新知或找出解決方案。發展模型以呈現或預測各因素之間的關係。檢核資料數據與其他研究結果的異同，以提高結果的可信度，並察覺探究的限制。</p>	分析資料和呈現證據	<ul style="list-style-type: none"> 使用資訊與數學等方法，有效整理資料數據。 依據整理後的資料數據，製作圖表。 由探究過程所得的資料數據，整理出規則，提出分析結果與相關證據。 比較自己、同學與其他相關的資訊或證據的合理性與正確性。
	解釋和推理	<ul style="list-style-type: none"> 由資料數據的變化趨勢，看出其蘊含的意義。 由資料數據顯示的相關性，推測其背後可能的因果關係。 根據探究結果形成解釋。
	提出結論或解決方案	<ul style="list-style-type: none"> 由探究所得的解釋形成論點。 依據證據提出合理的解決方案。 由探究結果形成結論、新的概念或問題。 檢核自己、同學的結論與其他相關的資訊或證據的異同。
	建立模型	<ul style="list-style-type: none"> 嘗試由探究結果建立合理模型以描述所觀察的現象。 察覺模型的侷限性。
<p>◎表達與分享</p> <p>運用適當的溝通工具呈現重要發現，與他人分享科學新知與想法，推廣個人或團隊的研究成果。</p>	表達與溝通	<ul style="list-style-type: none"> 適當利用口語、文字、圖像、影音或實物等表達方式，呈現自己或理解他人的探究過程與成果。 正確運用科學名詞、符號或模型，呈現自己或理解他人的探究過程與成果。 有條理且具科學性的陳述探究成果。 運用各種資源與他人分享科學資訊。

探究學習內容		實作學習內容
	合作與討論	<ul style="list-style-type: none"> 傾聽他人的報告，並能提出具體的意見或建議。 評估同學的探究過程、結果或模型的優點和限制，並提出合理的疑問或提出改善方案。
	評價與省思	<ul style="list-style-type: none"> 反思探究成果的應用性、限制性及改進之處。 對各類科學資訊進行評估與判斷，審慎檢視其真實性與可信度。 體驗科學探究重視實作經驗證據的使用、合乎邏輯的推論，以及探究結果的再現性。 了解科學知識是人們理解現象的一種解釋，但不是唯一的解釋。

色

頁

1

色

頁

2

全國諮詢委員會議使用

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」分區諮詢會議

分科測驗

物理考科考試說明（草案）

—111 學年度起適用—

大學入學考試中心

中華民國 108 年 7 月

本考試說明僅提供分區諮詢會議使用，後續仍會進行調整修訂，並非大考中心最終確定版本。關於 111 學年度起適用之大學入學考試說明，請以本中心未來正式公告之版本為準。

分科測驗物理考科考試說明（草案）

目 錄

前言	物-1
壹、測驗目標	物-1
貳、測驗內容	物-2
參、試題舉例	物-4
附件、分科測驗物理考科測驗內容	物-30

分科測驗

物理考科考試說明（草案）

前言

111 學年度起，「分科測驗物理考科」將依據 108 學年度實施之「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域」（以下簡稱 108 自然領綱）命題。本考試說明即針對實施 108 自然領綱後，施測之分科測驗物理考科，說明命題方向與 108 自然領綱的關係，俾使考生準備考試有所參考。本說明分成幾個重點，分別是測驗目標、測驗內容、試題舉例、分科測驗物理考科測驗內容（附件）。

壹、測驗目標

就測驗目標而言，希望藉由不同的評量方式，測量出考生的學習成果。配合 108 自然領綱，物理考科的測驗目標直接或間接包含學習表現之科學認知、探究能力、科學的態度與本質。從物理科的角度而言，希望能夠藉由下列五項測驗層次，評量考生在物理方面的學習成果：

1. 測驗考生的基本物理知識與概念
2. 測驗考生對於物理的理解能力
3. 測驗考生應用概念解題的能力
4. 測驗考生分析資料的能力
5. 測驗考生評鑑與創造的能力

分科測驗考試物理考科的測驗層次細目如下：

一、測驗考生的基本物理知識與概念

- 1a. 知道基本的物理名詞、定義及現象
- 1b. 知道基本的物理規則、學說、定律及原理
- 1c. 知道重要物理現象的尺度或物理量的單位
- 1d. 知道重要科學史的發展歷程

二、測驗考生對於物理的理解能力

- 2a. 了解文本、數據或圖表等資料的意義
- 2b. 了解實驗原理、過程、儀器的用途與材料的特性
- 2c. 了解科學理論的侷限性
- 2d. 了解物理與生活情境的關係
- 2e. 了解物理與其他學科的關係

三、測驗考生應用概念解題的能力

- 3a. 套用單一物理定義、公式、定律或原理解題
- 3b. 應用圖示、模型或抽象知識來表達物理概念、方法及原理
- 3c. 應用物理概念或模型解釋觀察到的物理現象

四、測驗考生分析資料的能力

- 4a. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題
- 4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題
- 4c. 分析實驗變因、比較實驗結果或解釋實驗數據

五、測驗考生評鑑與創造的能力

- 5a. 評估資料或論證的可信度
- 5b. 根據資料作歸納、假說或演繹

貳、測驗內容

一、測驗範圍

分科測驗物理考科的測驗內容將 108 自然領綱中所列之第五學習階段物理科學學習內容加以整合，涵蓋能量的形式、轉換及流動（B）；物質系統（E）；自然界的現象與交互作用（K）；科學、科技、社會及人文（M）；資源與永續發展（N）五大主題以及涵蓋在五大主題的實驗課程，如表一所示。分科測驗物理考科的測驗範圍包括普通高級中學「必修物理」與加深加廣「選修物理」（課程名稱包括：力學一；力學二與熱學；波動、光及聲音；電磁現象一；電磁現象二與量子現象）及相關實驗。此外，基於學習的連貫性，進入第五學習階段以前的先備知識亦涵蓋於分科測驗物理考科的測驗範圍之中。

表一、各主題與次主題

主題	次主題
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)
	溫度與熱量 (Bb)
物質系統 (E)	自然界的尺度與單位 (Ea)
	力與運動 (Eb)
自然界的現象與交互作用 (K)	波動、光及聲音 (Ka)
	萬有引力 (Kb)
	電磁現象 (Kc)
	量子現象 (Kd)
	基本交互作用 (Ke)
科學、科技、社會及人文 (M)	科學發展的歷史 (Mb)
	科學在生活中的應用 (Mc)
資源與永續發展 (N)	能源的開發與利用 (Nc)

二、題型與配分

111 學年度起分科測驗物理考科的題型與配分，共分為兩部分，第壹部分為選擇題型，第貳部分為混合題型或非選擇題型，整卷滿分 100 分。選擇題型包括單選題與多選題，共約占 70 分；混合題型與非選擇題型，共約占 30 分。

參、試題舉例

一、測驗目標示例

（一）測驗考生的基本物理知識與概念

例 1.

下列為五種電磁波源，何者之光譜最接近黑體輻射？

- (A) 氫氣放電管：為不連續的光譜線
- (B) 火山熔岩：其光譜與溫度有關且為連續光譜
- (C) 紅光雷射：波長約介於 630 nm 到 670 nm 之間的雷射光
- (D) FM 調頻廣播：其波長介於 2.8 m 到 3.4 m 之間
- (E) X 射線：其波長介於 0.01 nm 到 1 nm 之間

（改寫自 102 學年度指考）

參考答案：B

測驗目標：1a. 知道基本的物理名詞、定義及現象

1c. 知道重要物理現象的尺度或物理量的單位

測驗內容：必修物理 PKc-Vc-6 電磁波包含低頻率的無線電波，到高頻率的伽瑪射線在日常生活中有廣泛的應用。

PKd-Vc-3 原子光譜。

選修物理 電磁現象二與量子現象

PKd-Va-3 普朗克分析黑體輻射現象，提出量子論之解釋。

說明：

此題測驗考生對於不同電磁波的尺度和形成原因等相關概念。

1. 各選項說明如下：

- (A) 黑體輻射是波長範圍較寬廣的連續光譜，且與黑體的平衡溫度有關。氫氣放電管所產生之光譜線為不連續光譜，非黑體輻射。錯誤選項。
- (B) 符合連續光譜，且其光譜與溫度有關。選項正確。
- (C) 紅光雷射波長值在 630 nm 到 670 nm 之間，但雷射光譜不符合連續光譜。錯誤選項。
- (D) FM 調頻廣播，波長僅在 2.8 m 到 3.4 m 之間，不符合黑體輻射特性。錯誤選項。
- (E) X 射線，波長介於 0.01 nm 至 1 nm 之間，不屬黑體輻射。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

- 乙：拉塞福由 α 粒子的散射實驗，發現正電荷聚集在稱為原子核的極小範圍內，並未發現中子與質子。說明錯誤。
- 丙：倫琴因發現 X 射線，而獲得第一屆諾貝爾物理學獎的殊榮。X 射線的穿透力很強，在醫學界引起了重視。X 射線的產生，是因為陰極射線的電子流高速射入正極靶內的物質時，由於帶電荷的電子瞬間減速，所放射出來的高頻電磁波。說明正確。
- 丁：德布羅意利用波耳的氫原子模型，再以物質波數學式得到定態的電子，其物質波形成駐波。駐波的能量存在波動的區域內，這正對應於電子可以保持在定態軌道上運動的解釋。說明錯誤。
- 戊：愛因斯坦之光量子理論，當原子放出或吸收光的能量時，是以整個光子的能量來轉移，而光強度代表光行進路徑上，單位時間內通過單位截面積的光子數目。若光子的頻率高於底限頻率，使得電子能克服金屬的束縛而逸出，即使入射光的強度低，仍立即有光電子的產生，因為入射光子數目少，使得光電子的數目也少，解釋了光電效應實驗結果。說明正確。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)。

例 3.

下列有關熱的敘述何者正確？

- (A) 當兩物體接觸時，熱量必由溫度高的物體流向溫度低的物體
- (B) 互相接觸的兩物體在達到熱平衡後，必含有相同的熱量
- (C) 溫度高的物體比溫度低的物體必含有更多的熱量
- (D) 物體吸收熱量之後，其溫度必會升高
- (E) 熱為能量的一種形式，且可完全用來作功

(改寫自 100 學年度指考)

參考答案：A

測驗目標：1a. 知道基本的物理名詞、定義及現象

1b. 知道基本的物理規則、學說、定律及原理

測驗內容：必修物理 PBb-Vc-4 由於物體溫度的不同所造成的能量傳遞稱為熱。

PBb-Vc-2 實驗顯示：把功轉換成熱很容易，卻無法把熱完全轉換為功。

說明：

測驗考生對於「了解熱平衡中能量的傳遞；透過作功可以輕易地把能量轉換成熱，卻無法把熱完全用來作功」物理原理的認識。

1. 各選項說明如下：

- (A) 根據熱平衡定義：當兩個溫度不同的物體欲達成熱平衡時，熱量必由高溫物體流向低溫物體，當溫度相同時，即達到熱平衡狀態。正確選項。
- (B) 達成熱平衡時，兩物體的溫度相同，但兩物體所含的熱量不一定相同。錯誤選項。
- (C) 溫度高低所代表的是物體的冷熱狀態或分子平均動能的大小，並不代表物體所含熱量的多寡。錯誤選項。
- (D) 不一定，吸收的熱量可能發生狀態的改變，而狀態改變時，溫度維持不變（例如： 0°C 的冰吸熱後轉變成 0°C 的水）。錯誤選項。
- (E) 熱能為能量的一種形式。能量轉換中能輕易轉成熱能，卻無法將熱能完全用於作功。例如：核能發電是將核能→熱能（液態水轉成水氣）→電能（水氣帶動渦輪機發電），仍有熱能散失。錯誤選項。

2. 綜合上述分析。本題正確答案為(A)。

例 4.

動量守恆是物理學中重要的定律，日常生活中也常運用此定律解釋運動現象。下列何者是動量的國際基本單位制（SI）單位？

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

參考答案：B

測驗目標：1a. 知道基本的物理名詞、定義及現象

測驗內容：必修物理 P E a - V c - 1 科學上常用的物理量有國際標準單位。

P E a - V c - 2 因工具的限制或應用上的方便，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。

選修物理 力學二與熱學

P E b - V a - 10 質點的動量等於質點的質量乘以速度，其時間變化率等於質點所受作用力。衝量等於動量的變化。

說明：

此試題測驗考生對於國際單位系統之了解以及基本物理公式認知。

1. 「國際單位系統」簡稱「SI制」，其定義七個基本物理量及對應單位如下：

基本物理量	基本單位	單位符號
長度	公尺	m
質量	公斤	kg
時間	秒	s

基本物理量	基本單位	單位符號
電流	安培	A
溫度	克耳文	K
發光強度	燭光	cd
物質數量	莫耳	mol

2. 動量 = 質量 × 速度；速度 = 位移 / 時間

故動量的 SI 單位應表示為 $\text{公斤} \times \frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$ 。

3. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

(二) 測驗考生對於物理的理解能力

例 5.

假設地球可視為密度均勻的孤立球體，比較以下甲、乙、丙三處的重力加速度，由大至小排列順序為下列何者？

甲：臺灣東岸海平面一處。

乙：大氣層對流層頂。

丙：福衛五號人造衛星軌道（地面上空高度 720 公里）。

(A) 丙乙甲 (B) 甲乙丙 (C) 乙丙甲 (D) 甲丙乙 (E) 乙甲丙

(107 學年度指考)

參考答案：B

測驗目標：1b. 知道基本的物理規則、學說、定律及原理

2a. 了解文本、數據或圖表等資料的意義

測驗內容：選修物理 力學一

PKb-Va-1 萬有引力定律的說明。

說明：

此題測驗考生對於大氣的分層、重力場與距離平方成反比的概念。

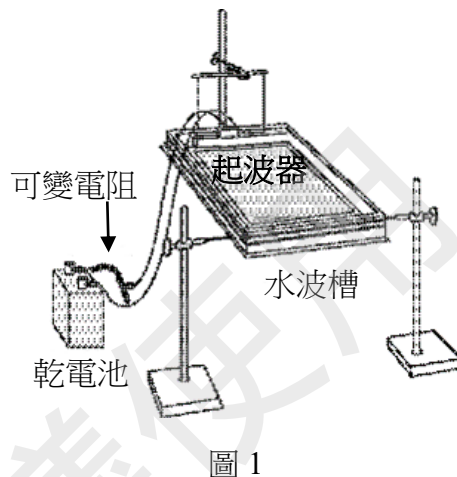
1. 甲、乙、丙三處離地心距離分別為 R_e km、 $R_e + 20$ km、 $R_e + 720$ km。

2. 重力加速度 $g = \frac{GM}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$ ，所以甲、乙、丙三處的重力加速度為甲 > 乙 > 丙。

3. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

例 6.

在「水波槽實驗」中，除已裝置好的儀器，如下圖 1 所示的乾電池、可變電阻、起波器、水波槽、支架外，還有石蠟、阻波器、玻璃板及支持物、水、白紙等。回答下列問題：



- (1) 請問還需要哪一項器材，才能操作此實驗？
- (2) 電路中串接可變電阻的目的何在？
- (3) 在觀察水波通過狹縫的繞射現象時，會因石蠟條形成的狹縫略為過寬而無法清楚顯示。試問在不改變石蠟狹縫寬度及水深的前提下，應如何處理，才能讓繞射現象清楚顯示出來？

（改寫自 86 學年度聯考）

參考答案：(1) 強光源（LED）

(2) 可以調整起波器振動的頻率，造成不同的波長

(3) 調整可變電阻大小，以改變起波器的振動頻率，使水波長比石蠟狹縫寬度大

測驗目標：2b. 了解實驗原理、過程、儀器的用途與材料的特性

2c. 了解科學理論的侷限性

測驗內容：選修物理 波動、光及聲音

PKa-Va-5 線性波相遇時波形可以疊加。

實驗 三、水波槽實驗

說明：

測驗考生對水波槽實驗之實驗操作以及步驟的理解。

【第 1 小題】

強光源。水波槽實驗要呈現影像，必須要有強光源照射才能投影。

利用強光源，通過水波波峰（似凸透鏡；可匯聚光線，在白紙屏幕上形成明紋）和水波波谷（似凹透鏡，可發散光線，在白紙屏幕上形成暗紋），分別在白紙屏幕上顯示明暗相間的條紋。注意，由於並非使用平行光源，故兩明（暗）線間隔，為投影在白紙屏幕上的水波波長（視波長），但並不等於實際水波波長。

【第 2 小題】

當可變電阻 R 改變，故功率隨之改變 ($P = I^2 R$)，影響起波器的頻率 f 及水波波長 λ 。藉由適當調整可變電阻 R ，以觀察水波型態。

【第 3 小題】

改變可變電阻 R ，使得起波器產生的水波頻率 f 降低，但水波波長 λ 則增加。當水波波長大於石蠟狹縫寬度，繞射現象便能清楚顯示。繞射現象明顯的程度與障礙物的大小或孔隙開口大小有關，也和水波波長有關。當水波行進中遇到障礙物或孔隙時，若水波的波長遠小於障礙物或孔隙的大小，則水波看似直線前進，而不易觀察到繞射現象；若水波的波長接近障礙物或孔隙的大小時，則能明顯觀察到水波的繞射現象。

例 7.

下列生活用品和物理原理的對應，何者最恰當？

- (A) 電動牙刷：電流熱效應
- (B) 太陽能電池計算機：法拉第定律
- (C) 烤麵包機：電流磁效應
- (D) 手機相機：光電效應
- (E) 鬧鐘：冷次定律

(改寫自 108 學年度學測)

參考答案：D

測驗目標：2d. 了解物理與生活情境的關係

測驗內容：選修物理 電磁現象一

PMc-V a-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。

電磁現象二與量子現象

PMc-V a-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。

說明：

本題測驗考生對生活情境中常見的工具與電器應用何種物理原理是否了解。

1. 各選項說明如下：

- (A) 電動牙刷所應用的物理原理屬於電流磁效應，由充電電池提供能量（化學能轉為電能）。藉由電流磁效應帶動馬達運轉，以達到自動、快速刷毛振動。錯誤選項。
- (B) 太陽能電池計算機是以光電板被光照射時產生的光電子來產生直流電，以提供計算機能量之使用。錯誤選項。
- (C) 烤麵包機所應用的物理原理屬於電流熱效應。藉由電流通過電阻時生成熱能（電能轉變成熱能），將麵包烘烤至酥脆。錯誤選項。

(D) 數位相機之感光元件會依入射光線的強弱釋放出多寡不等之光電子，後續電路再依光電子數量以重建光源影像。正確選項。

(E) 鬧鐘響鈴的工作原理，為電流磁效應的應用。藉由此效應產生電磁鐵，再由移動、碰撞金屬片而斷路，如此產生重複敲打動作。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(D)。

例 8.

某生清晨為鬧鐘喚醒，以電動牙刷洗漱後，吃完用烤麵包機烤的土司，出門搭公車上學。途中遇到同學提起，猛然發現忘了整理昨天數學課的筆記，拿出手機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。在這段過程中所應用的工具（以底線提示）中，下列選項最可能應用到光電效應者為何？

- (A) 鬧鐘和電動牙刷 (B) 電動牙刷和公車
(C) 烤麵包機和手機相機 (D) 手機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

（改寫自 108 學年度學測）

參考答案：D

測驗目標：2d. 了解物理與生活情境的關係

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：選修物理 電磁現象一

PMc-V a-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。

電磁現象二與量子現象

PMc-V a-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。

說明：

本題測驗考生對生活情境中常見的工具與電器應用何種物理原理是否了解，且給予切身情境供思考。

1. 各選項說明如下：

- (A) 電動牙刷、鬧鐘屬於電流磁效應。錯誤選項。
(B) 電動牙刷屬於電流磁效應；公車屬於燃油燃燒轉換成機械能的能量轉換。錯誤選項。
(C) 烤麵包機屬於電流熱效應；數位相機屬於光電效應。錯誤選項。
(D) 手機相機和太陽能電池計算機屬於光電效應。正確選項。
(E) 烤麵包機屬於電流熱效應；太陽能電池計算機屬於光電效應。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(D)。

例 9.

再生能源是可以透過自然過程不斷補充的能源，也是人類有生之年都不會耗盡的能源，太陽能就是其中之一。根據這個說明，下列何者不是再生能源？

- (A) 太陽能 (B) 風力能 (C) 潮汐能 (D) 地熱能 (E) 核能

參考答案：E

測驗目標：1a. 知道基本的物理名詞、定義及現象

2a. 了解文本、數據或圖表等資料的意義

測驗內容：必修物理 PNC-Vc-2 核能發電與輻射安全。

說明：

本題測驗考生對周遭環境認知，以及地球永續發展。

1. 依據能源是否能在短期獲得補充而分為以下兩類：

(1) 可再生能源：太陽能、水力、風力、地熱等，因能接續獲得補充，故稱為可再生能源。

(2) 非再生能源：化石燃料、核能皆是短期內無法補充。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(E)。

(三) 測驗考生應用概念解題的能力

例 10.

一支均勻直尺的長度為 30 cm，若在直尺上距離直尺左端 25 cm 處放置一質量為 50 g 的小物體，則須於直尺上距離直尺左端 20 cm 處支撐直尺，方可使其維持水平狀態。該直尺的質量為多少 g？

- (A) 20 (B) 30 (C) 50 (D) 60 (E) 70

(107 學年度指考)

參考答案：C

測驗目標：3a. 套用單一物理定義、公式、定律或原理解題

3b. 應用圖示、模型或抽象知識來表達物理概念、方法及原理

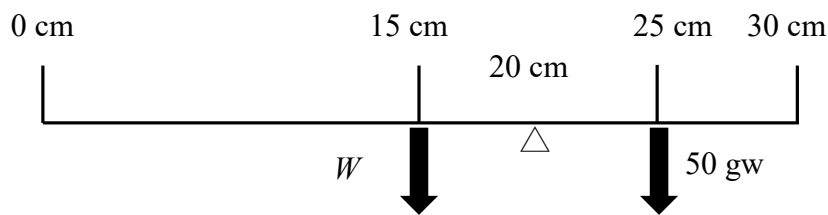
測驗內容：選修物理 力學一

PMc-Va-1 以物理原理解釋自然現象，例如：光的各種現象、天體運動、各種力的作用。

說明：

此題預設考生已經學會「力矩=力×力臂」物理定義，以及了解順時針方向的力矩與逆時針方向的力矩一樣大時，代表轉動平衡原理。此題預期考生可以描繪出一張示意圖，包含：「直尺長 30 cm」、「距離直尺左端 25 cm 放小物」、「小物質量為 50 g」、「直尺左端 20 cm 有個支撐」，然後推敲出需要套用直尺的質量集中於中點處的「模型」，並將「直尺質量集中於質心」畫入示意圖，再套用力矩平衡時，把「力」與「力臂」，做出對應。

1. 依據力矩平衡，依題意繪製：



2. 以力矩平衡計算式：

$$W \times (20 - 15) = 50 \times (25 - 20) \Rightarrow W = 50 \text{ gw}$$

3. 綜合上述計算分析，本題正確答案為(C)。

例 11.

電鰻可利用體內組織構成的放電單元產生高電壓以驅動電流。圖 2 的電路是電鰻在水中掠食時放電組織產生高電壓的示意圖，其中每一放電單元產生的電動勢為 ε ，其內電阻為 r ，每一列串聯線路各含有 N_1 個放電單元，全部共有 N_2 列線路並聯在一起。電鰻放電組織與周遭的水與獵物串聯形成迴路，若周遭的水與獵物合計的電阻為 R ，則此電鰻可對 R 產生的最大電流為下列何者？

- (A) $\frac{N_1 N_2 \varepsilon}{N_1 r + N_2 R}$
 (B) $\frac{N_1 N_2 \varepsilon}{N_1 R + N_2 r}$
 (C) $\frac{N_2 \varepsilon}{N_1 R + N_2 r}$
 (D) $\frac{N_1 \varepsilon}{N_1 r + N_2 R}$
 (E) $\frac{N_2 \varepsilon}{N_1 (r + R)}$

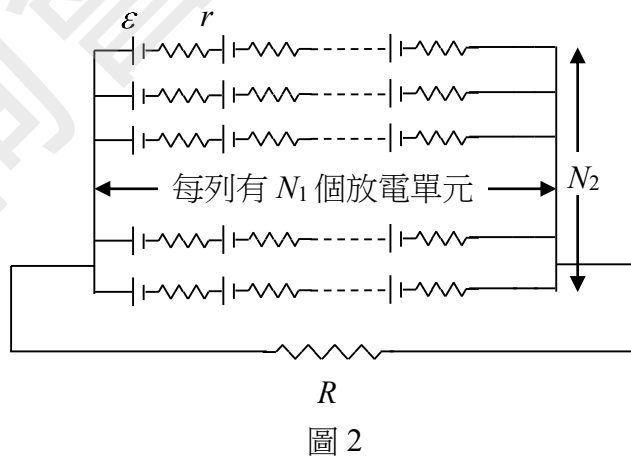


圖 2

(107 學年度指考)

參考答案：A

測驗目標：2e. 了解物理與其他學科的關係

3b. 應用圖示、模型或抽象知識來表達物理概念、方法及原理

3c. 應用物理概念或模型解釋觀察到的物理現象

測驗內容：選修物理 電磁現象二與量子現象

PKc-V a-4 電位差等於電流乘以電阻，此為歐姆定律。

PKc-V a-6 電路有串聯、並聯及迴路等形式，電路中的能量及電量必須守恆。

說明：

此題以電鰻透過體內組織放出高壓電，鋪陳與建構圖像模型，讓考生應用已知的串並聯及歐姆定律，解釋此物理現象。此題利用電鰻放電的生物現象，結合生物與物理，符合「跨學科」探究之學習。

1. 每一列放電單位相當於 N_1 個電動勢 ε 串聯，故其每一列電動勢為 $N_1\varepsilon$ 。
2. 並聯 N_2 個放電單位，電動勢不變。故電鰻的總電動勢 $\varepsilon_{total} = N_1\varepsilon$ 。
3. 整隻電鰻的內電阻相當於將 N_1 個電阻 r 先串聯形成等效電阻 N_1r ，再將 N_2 個等效電阻 N_1r 進行並聯。故電鰻總電阻為 $R_{\text{電鰻}} = \frac{N_1r}{N_2}$ 。
4. 整個迴路的總電阻值： $R_{total} = R_{\text{電鰻}} + R = \frac{N_1r}{N_2} + R$ 。
5. 最大電流為 $I = \frac{\varepsilon_{total}}{R_{total}} = \frac{N_1\varepsilon}{\frac{N_1r}{N_2} + R} = \frac{N_1N_2\varepsilon}{N_1r + N_2R}$ 。
6. 綜合上述計算分析，本題正確答案為(A)。

例 12.

柯南與小哀在研究室裡研究磁力相關原理，柯南將一條平行於 x 軸的導線通以沿 $+x$ 軸方向的電流，如圖 3 所示，其中 x 、 y 軸在紙面上。若小哀打開一均勻磁場，使導線懸浮於空中，即磁力指向 $+z$ 軸方向，或是說磁力垂直穿出紙面，則此均勻磁場的方向為何？

- (A) $+y$ 軸方向
- (B) $-y$ 軸方向
- (C) $+z$ 軸方向
- (D) $-z$ 軸方向
- (E) $-x$ 軸方向

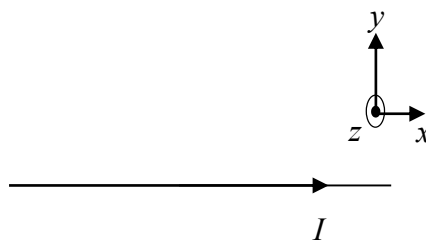


圖 3

（改寫自 106 學年度指考）

參考答案：A

測驗目標：3a. 套用單一物理定義、公式、定律或原理解題

3b. 應用圖示、模型或抽象知識來表達物理概念、方法及原理

測驗內容：選修物理 電磁現象一

PKc-V a-8 載流導線在磁場中受力，可利用此特性設計電動機。

說明：

測驗考生對物理定義中電磁現象的理解程度，並應用相關概念解題。

1. 依照右手開掌定則，電流方向為大拇指指向、磁場方向為四指指向、導線受力方向為掌心方向。
2. 由右手開掌定則，大拇指指向 $+x$ 軸（因為電流方向朝 $+x$ 軸），掌心方向指向 $+z$ 軸（因為導線受力向上，即為 $+z$ 軸），此時四指指向 $+y$ 軸即為磁場方向。
3. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)。

（四）測驗考生分析資料的能力

例 13.

以每個電子的動能均為 K 的低能量電子束，射向間距為 d 的雙狹縫，然後在距離狹縫為 L 之屏幕平面上，以探測器測出屏幕平面各位置電子數目的密度，在 $L \gg d$ 時，發現接近中央線兩相鄰電子數目密度最小處の間隔為 Δy ；若將電子的動能改為 $4K$ ，則兩相鄰密度最小處の間隔約為下列何者？

- (A) $4\Delta y$ (B) $2\Delta y$ (C) Δy (D) $\frac{1}{2}\Delta y$ (E) $\frac{1}{4}\Delta y$

（107 學年度指考）

參考答案：D

測驗目標：4a. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：選修物理 波動、光及聲音

PKa-V a-13 光有干涉與繞射的現象，其亮紋和暗紋決定於相位差。

電磁現象二與量子現象

PKd-V a-5 德布羅意提出物質波理論：物質都具有波與粒子的二象性，並經實驗驗證。

說明：

此題測驗考生對電子物質波與電子雙狹縫干涉之分析推論。

德布羅意受到光子理論的啟發，指出物質應該與光一樣，同時具有波動與粒子的二象性，進而提出「物質波」的概念。科學家戴維森與革末用鎳金屬晶體作電子束繞射實驗，證明電子具有波動性，同時驗證德布羅意的假設。讓電子束通過雙狹縫，也會產生類似光波通過雙狹縫的干涉現象，而該實驗更可了解物質波的特性。電子依一定的機率分布，隨機在屏幕上出現，直到電子數累積夠多時，干涉條紋才慢慢浮現。因此物質波是一種機率波，可以描述物質在某處出現的機率。

1. 「物質波」的數學式，可表示為： $\lambda = \frac{h}{p}$ ，其中 λ 為物質波波長， h 為普朗克常數， p 為粒子的動量。
2. 若電子的動能為 K ，則電子的物質波波長 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$ 。
3. 光波的雙狹縫干涉，屏幕上相鄰兩暗紋或相鄰兩亮紋的間距為 $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$ ，故結合 $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$ 與 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$ ，可得到 $\Delta y = \frac{L\lambda}{d} = \frac{L}{d} \left(\frac{h}{p} \right) = \frac{Lh}{d\sqrt{2mK}}$ 。
4. 電子的動能 K 變為 $4K$ ，所以 Δy 變為 $\frac{1}{2}\Delta y$ 。
5. 綜合上述計算分析，本題正確答案為(D)。

例 14.

因家貧年少失學的法拉第，數學根底不如一般科學家雄厚，然而他所發明的電力線和磁力線的描述方式，對後人了解抽象的「場」的概念，有極大助益。如圖 4 為空間中某區域的電力線分布，其電場方向如箭頭所示，下列敘述何者正確？

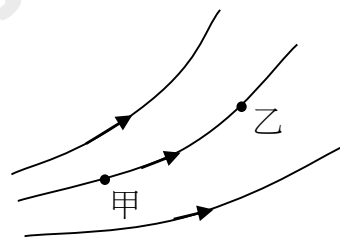


圖 4

- (A) 甲點之電位低於乙點之電位
- (B) 甲點的電場較乙點強；若該圖線為磁力線，甲點的磁場亦較乙點強
- (C) 若甲點沒有電荷存在，則可以有兩條電力線通過甲點，但磁力線則不可能有兩條通過某點
- (D) 帶電粒子在甲點所受靜電力之方向即為甲點電場之方向，但磁力線必與帶電粒子之受力方向垂直
- (E) 在甲點附近以平行電力線的方向移動帶電粒子時，電場所施之靜電力不會對該粒子作功，但磁場所施之磁力總會作功

（改寫自 103 學年度指考）

參考答案：B

測驗目標：4a. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：選修物理 電磁現象一

PKc-V a-1 可以用電力線表示出電場的大小與方向。

PKc-V a-3 在電場中，單位電荷在某點所具有的位能，即為該點之電位。

說明：

此題考生須分辨電力線及磁力線的異同，融合相關電荷、電位、靜電力及作功等概念，分析題目給予的圖形，以進行推論。

1. 各選項說明如下：

- (A) 電力線的方向是由高電位指向低電位，故甲點之電位高於乙點之電位。錯誤選項。
- (B) 甲點的電力線密度較乙點高，故甲點的電場較乙點強；若該圖線為磁力線，磁力線上任一點的切線方向，即為該點的磁場方向，且磁力線的疏密程度代表磁場的強弱。故甲點的磁場亦較乙點強。正確選項。
- (C) 電力線方向為測試電荷的受力方向，只能有一條電力線通過甲點，除非該點是電荷所在位置；磁力線是封閉曲線，且每點的磁場方向為磁力線的切線方向，都是獨特唯一的，因此不可能有一點同時有兩條磁力線通過。錯誤選項。
- (D) 該帶電粒子必須帶正電，所受靜電力之方向才是電場方向。磁力線方向為磁場方向，必與受力方向垂直，但帶電粒子必須運動才會受磁力作用。錯誤選項。
- (E) 平行電力線移動帶正電粒子時，因電力與移動方向相同，故電力作正功；磁力因與位移方向垂直，故磁力作功為零。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

例 15.

閥門是控制流體通過的閘道，生活中常見的水龍頭就是一種水的閥門。視不同的使用需要，閥門有多種設計，圖 5 為甲，乙，丙，丁四種氣體閥門，其開關旋鈕的旋轉圈數對應流量係數的關係圖，在閥門兩端的壓力差固定時，此四種閥門的流量係數正比於單位時間通過的氣體量。

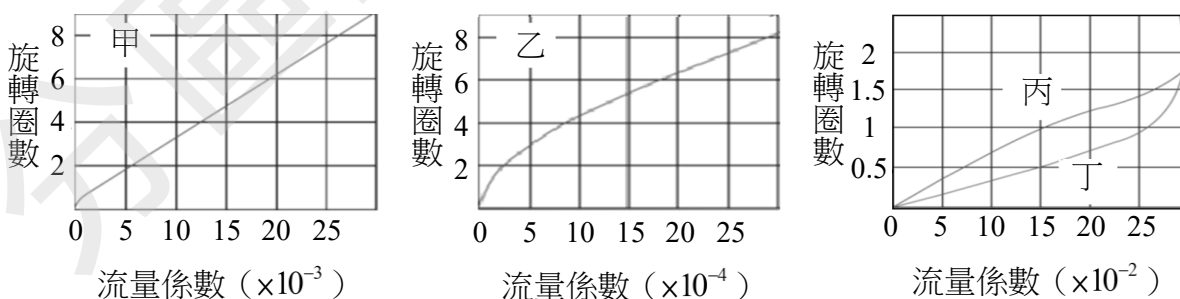


圖 5

下列關於閥門使用選擇的敘述，哪些正確？

- (A) 實驗引入微量氣體時，乙的流量控制比甲更精細
- (B) 實驗中丁比乙更難對微小氣體流量精細控制
- (C) 若希望旋轉 2 圈時，引入較大量的氣體，選乙比選甲好
- (D) 若希望旋轉第一圈時，就能流過較大量的氣體，選丙比選丁好
- (E) 乙流量小又非線性變化，故所得氣體流量測量值的不確定度較丙大

（改寫自 106 年研究用試卷）

參考答案：AB

測驗目標：2d. 了解物理與生活情境的關係

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

4c. 分析實驗變因、比較實驗結果或解釋實驗數據

測驗內容：必修物理 PMc-Vc-3 科學的態度與方法。

說明：

本題測驗考生對生活情境中相關物理概念的理解，以及能否分析文字或圖表，來推論相關實驗的變因、解釋及結論等。

1. 各選項說明如下：

- (A) 圖 5 甲、乙旋轉圈數相同時，其流量係數甲大於乙，且因流量係數正比於單位時間通過的氣體量，故乙的流量控制比甲更精細。正確選項。
- (B) 圖 5 乙、丁比較，當旋轉圈數相同時，流量係數丁大於乙，故對流量精細控制乙較丁好。正確選項。
- (C) 旋轉圈數 2 圈時，甲的流量係數約為 5×10^{-3} ；乙約為 2.5×10^{-4} 。故對引入大量氣體之前提下，甲較乙好。錯誤選項。
- (D) 丙、丁比較，旋轉一圈，丙流量係數 1.5×10^{-1} ，丁流量係數 2.5×10^{-1} ，故流過較大量氣體的前提下，丁比丙好。錯誤選項。
- (E) 乙、丙於相同圈數比較下，對氣體流量測量值，乙的精確度高且不確定度小。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，判斷乙閥門最適合用於微小流量且精細控制，其流量測量值的不確定度最小，但不適合流量較大的氣體。本題正確答案為(A)(B)。

例 16.

物理老師授完「動量與角動量」單元後，結合影片的情境，再分組討論和表達分享學到的物理概念。以下是分組代表上臺報告的內容大意：

甲：影片中的捕手接到飛來的棒球之前，棒球具有動量，當棒球落入手套後，其動量瞬間變為零。如果捕手能延長接球的時間，可減小手套受到的衝擊力。

乙：影片中的跳高選手在竿前起跳，落在厚的海綿墊時，身體在停止前經歷的時間較長，所受的撞擊力因而減小，才不致受傷。

丙：影片中的汽車備有安全帶或安全氣囊，目的是發生碰撞的危險時，可以減少碰撞期間的動量變化，藉此減輕對人體的傷害。

丁：影片中冬季奧運的花式溜冰選手將雙手抱在胸前內縮身體，使得身體轉速加快；若將雙手往外伸展，轉速則變慢，此部分動作滿足角動量守恆。

戊：影片中地球繞太陽公轉，可知道學過的克卜勒行星運動第二定律，其涵義為遵循單一質點的動量守恆律。

根據以上分組代表甲、乙、丙、丁、戊等五位同學的報告內容，回答下列問題：

(1) 哪幾位同學的報告符合物理概念？

- (A) 僅甲、乙、丙、丁 (B) 僅甲、乙、丁 (C) 僅乙、丙、戊
(D) 僅甲、乙、丁、戊 (E) 僅丙、丁、戊

(2) 分組代表戊根據「地球繞太陽公轉」的影片情境，解釋克卜勒行星運動第二定律的涵義，此物理概念與甲至丁的哪一分組代表提出的情境之概念相同？

參考答案：(1) B

(2) 丁

測驗目標：2d. 了解物理與生活情境的關係

4a. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：選修物理 力學二與熱學

PEb-V a-10 質點的動量等於質點的質量乘以速度，其時間變化率等於質點所受作用力。衝量等於動量的變化。

PEb-V a-14 一質點的角動量等於其位置向量和動量的向量外積，其時間變化率等於質點所受的力矩。

說明：

此試題測驗考生對於基本物理定義了解，以及對陳述方式進行資料評估。

【第 1 小題】

1. 各分組代表說明如下：

甲：影片中的捕手接到飛來的棒球之前，棒球具有動量；當棒球落入手套後，其動量瞬間變為零。如果捕手能延長接球的時間，則棒球的動量對時間的變化率則會降低，因此可減少手套受到的衝擊力。說明正確。

乙：影片中的跳高選手在竿前起跳而落到地面，容易因地面的作用力太大而受傷；若可落在足夠厚的海綿墊時，身體在停止前經歷的時間較長，選手的動量對時間的變化率則會降低，所受的撞擊力因而減小，才不致受傷。說明正確。

丙：影片中的汽車備有安全帶或安全氣囊，目的是發生碰撞的危險時，延長碰撞時的作用時間。由於動量變化量一定，延長作用力的作用時間，可使得平均作用力較小，藉此減輕對人體的傷害。說明錯誤。

丁：影片中冬季奧運的花式溜冰比賽，例如選手將雙手抱在胸前內縮身體，身體轉速加快；若將雙手往外伸展，轉速則變慢。由於過程中未受到外力矩作用，故該旋轉動作滿足角動量守恆。說明錯誤。

戊：必修物理學過的克卜勒行星運動第二定律（也就是等面積定律），其涵義為：地球相對於太陽而言，所受的力矩為零，遵循單一質點角動量守恆律。說明正確。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)。

【第 2 小題】

1. 根據第 1 小題各分組代表說明，其中甲、乙、丙，物理概念屬於動量；丁、戊，物理概念屬於角動量。

2. 克卜勒行星運動第二定律：在相等時間內，太陽和行星的連線所掃過面積都是均等。在行星運動中，因為萬有引力會通過恆星與恆星中心連線上，所以並沒有外力矩的產生，所以行星運動中角動量必須守恆。

3. 綜合上述分析，本題正確答案為丁。

例 17.

吹風機是用來加速濕頭髮乾燥或是替頭髮做出造型的工具。市面上有琳瑯滿目的負離子吹風機，號稱可以產生幾百萬個電子，與空氣中的氧原子結合，讓其成為帶負電的氧離子。頭髮被吹風機吹整時，因為幾百萬個負氧離子被吹附於頭髮上，使頭髮根根帶負電，互相排斥，吹完頭髮後蓬鬆好梳理。

美髮師在工作室，找出一個空氣離子計數器，測試剛買的負離子吹風機，發現的確有百萬負離子的濃度；且距離越遠，負離子濃度越低。美髮師發現負離子的產生，主要是經由對空氣施加高電壓所致。但工作室裡使用 5 年的負離子空氣清淨機，已測不到負離子產生。

美髮師發現某市售負離子產生器模組的電源標籤，如表二所示；輸入電源為 180-220 V 之交流電，輸出電壓為 6 - 7 kV 之高壓直流電，最大功率 2 W，最大電流 50 mA，負離子產生量為每分鐘 1000 萬-4000 萬個，放電端為碳刷頭。

表二

電源工作條件	
輸入	180–220 V / Max 50 mA
輸出	DC 6-7 kV Max 2 W 1000 萬-4000 萬個負離子/min

根據上述短文，以下敘述何者正確？

- (A)負離子產生器經過長時間使用後，效果不變
- (B)距離負離子產生器無論多遠，效果相同
- (C)負離子產生器，利用高壓放電現象產生負離子
- (D)為產生更多負離子，可將輸入電源改為110 V之交流電
- (E)負離子吹風機，宣稱使頭髮蓬鬆好梳理，與負氧離子無直接關係

參考答案：C

測驗目標：2d. 了解物理與生活情境的關係

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：必修物理 PMc-Vc-2 電在生活中的應用。

說明：

此題以生活情境中常見之電器用品吹風機為題材，以負離子吹風機產生電子，再與空氣中的氧結合形成負氧離子，進而使得頭髮吸附了負氧離子，而當每根頭髮帶同性電荷時，於同性電荷相斥作用下，頭髮自然好梳理。考生可藉由題幹中的文字敘述理解此現象之原理。而選項的正確與否，考生可以藉由閱讀理解題幹的敘述，結合基本的電學知識，來做判斷。

1. 各選項說明如下：

- (A)「工作室裡使用5年的負離子空氣清淨機，已測不到負離子產生。」可以合理推論負離子產生器經過長時間使用後，效能、效率會減低。錯誤選項。
- (B)「負離子產生器…距離越遠，所測到的負離子濃度越低。」因此可推論距離越遠，效能會越差。錯誤選項。
- (C)由表二得知，當負離子產生量為每分鐘1000萬至4000萬，需要180 V至220 V之交流電輸入及輸出電壓6 kV至7 kV之高壓直流電，故推論負離子生成需要高壓放電。正確選項。
- (D)將交流電利用變壓器調整至適當電壓，再藉由整流、濾波、穩壓電流方式處理後，將交流電轉為直流電，故改變輸入電壓亦會改變輸出電壓，而使負離子產生器無法正常運作。錯誤選項。
- (E)負離子吹風機，是利用負氧離子的同性電會相斥現象，使得頭髮變蓬鬆且易梳理。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)。

例 18.

核能發電反應機組停機後，雖然核分裂連鎖反應會停止，但是反應後的產物仍具有放射性，也會持續產生餘熱而造成高溫，需要持續輸入冷卻水降溫避免機組過熱，不能在失控的狀態下隨意停機。若停機後的餘熱發電功率

為 P_r ，核能機組正常發電功率為 P ，以 $\frac{P_r}{P} = W$

為縱軸，則其隨時間改變的曲線如圖 6 所示。假設核電廠某一老舊機組正常發電功率為每小時 64 萬度，而某用戶每個月用電度數為 320 度，則停機經過一天後，該時的餘熱用來發電一小時的電能，與該用戶用電約多久時間的電能相等？

- (A) 3 小時 (B) 3 天 (C) 30 天 (D) 300 天 (E) 3000 天

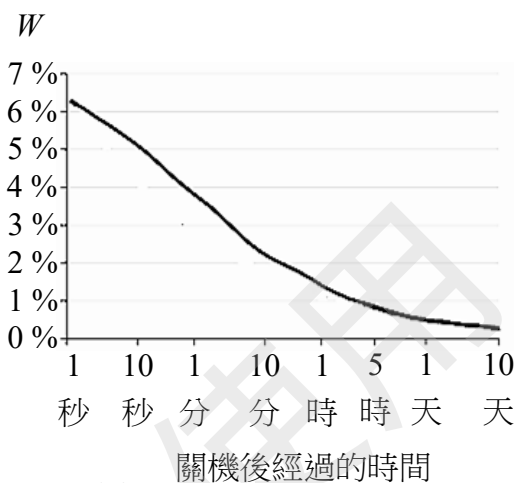


圖 6

（改寫自 102 學年度學測）

參考答案：D

測驗目標：2a. 了解文本、數據或圖表等資料的意義

4b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：必修物理 PNC-Vc-2 核能發電與輻射安全。

說明：

測驗考生對電功率的理解，以及相關數值運算的能力。

1. 能源的開發與利用，涉及能源開發的效率與對環境的影響，需要多方面的考量。相較其他發電方式，核能機組基於安全性考量，必須在特定控制程序下停機。一般核電機組的發電功率大約為 1GW，而老舊機組的發電功率則較低，題目取「正常發電功率為每小時 64 萬度」，除了方便計算，也貼近事實。測驗內容是認識能源開發與利用的各種面向，與用電安全等等議題，以及對日常生活可能的衝擊。

$$P = 64 \text{ 萬度/小時} = 6.4 \times 10^5 \text{ 度/小時} = (6.4 \times 10^5) \times (10^3) \times \left(\frac{1}{1}\right) \text{ W} = 6.4 \times 10^8 \text{ W} = 0.64 \text{ GW}$$

2. 依據題目提供圖表得知，當停機經過一天後，核能機組餘熱發電功率 P_r 為核能機組

正常發電功率 P 的 0.5%，故 $P_r = P \times W = (6.4 \times 10^5 \text{ 度/小時}) \times (0.005) = 3200 \text{ 度/小時}$

以餘熱功率發電 1 小時所發出之電能為 $(3200 \text{ 度/小時}) \times (1 \text{ 小時}) = 3200 \text{ 度}$ ，相當於可

讓每個月用電度數為 320 度的用戶，使用 $\frac{3200 \text{ 度}}{320 \text{ 度/每月}} = 10 \text{ 月}$ 的電能，故答案為

$(30 \text{ 天/每月}) \times (10 \text{ 月}) = 300 \text{ 天}$ ，選項(D)。

（五）測驗考生評鑑與創造的能力

例 19.

一組學生在做完電子荷質比實驗後，想到可使用其中的「亥姆霍茲線圈」測量光電效應實驗中光電子的動能。經討論後，將實驗裝置安排如圖 7 所示，其中兩線圈的中心軸沿著 x 軸方向，而光電效應實驗的兩個金屬電極與可調變的直流電源相接，在負極中央開洞，使得光電子以垂直 x 軸的方向入射兩線圈中央的磁場區，回答下列問題：

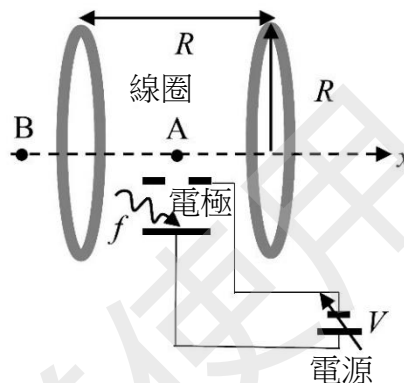


圖 7

- (1) 欲得知金屬電極在入射光頻率 f 的照射下的截止電壓 V ，學生將電源電壓設定為零，調整亥姆霍茲線圈中的電流使得兩線圈中間的磁場量值為 B 後，再測量進入兩線圈間中心磁場區的光電子的運動半徑最大值為 R_m 。說明如何由此決定截止電壓 V （以電子質量 m 、電荷 e 、磁場 B 與半徑最大值 R_m 表示答案）。
- (2) 學生欲測量金屬電極的功函數，但只有兩個入射光頻率 f_1 、 f_2 可使用，且 $f_1 < f_2$ ，因此將亥姆霍茲線圈中的電流分別調整為 i_1 、 i_2 ，且 $i_1 < i_2$ 。由於實驗難免有誤差，試在答案卷上的作圖區以 f 為橫軸， R_m 為縱軸作圖，並說明如何利用 f_1 、 f_2 與 i_1 、 i_2 ，以決定功函數。

（改寫自 107 學年度指考）

測驗目標：5a. 評估資料或論證的可信度

5b. 根據資料作歸納、假說或演繹

測驗內容：選修物理 電磁現象一

PKc-V a-9 在平面上運動的帶電質點受到垂直於平面之均勻磁場的作用，會受力並做等速圓周運動。

電磁現象二與量子現象

PKd-V a-4 愛因斯坦分析光電效應，提出光量子論。

說明：

【第 1 小題】

電子在磁場中所受向心力為 $\frac{mv^2}{R_m} = evB$

經過整理可以求得速率 v 與半徑最大值 R_m 的關係為 $v = \frac{eBR_m}{m}$

由 $eV = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m}{2}\left(\frac{eBR_m}{m}\right)^2 = \frac{e^2B^2R_m^2}{2m}$ ，可得截止電壓為 $V = \frac{eB^2R_m^2}{2m}$

【第 2 小題】

由 $hf - W = eV = \frac{e^2B^2R_m^2}{2m}$

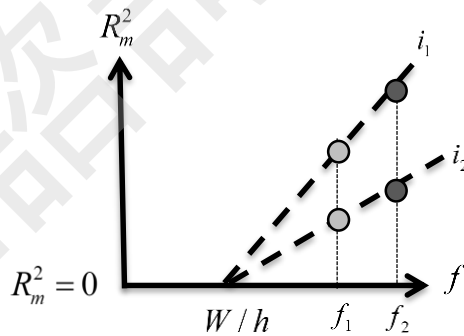
經過整理可得 $R_m^2 = \frac{2mh}{e^2B^2}\left(f - \frac{W}{h}\right)$

若以 R_m^2 為縱軸、 f 為橫軸，此等式為一直線方程式，其中斜率為 $\frac{2mh}{e^2B^2} > 0$ ，橫軸 f

的截距為 $\frac{W}{h}$ 。

方法一

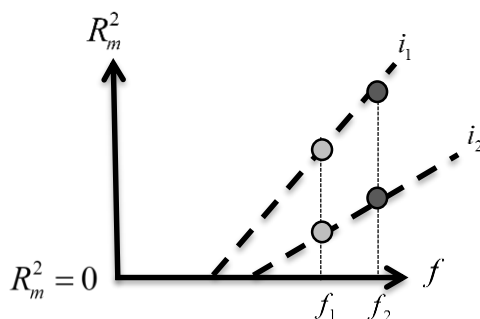
若線圈電流 i 越大，則產生的磁場 B 越大，而斜率越小，因此可以畫出下圖：



兩直線交點即為截距 $\frac{W}{h}$ ，因此可得功函數。

方法二

若線圈電流 i 越大，則產生的磁場 B 越大，而斜率越小，然而實驗難免有誤差，兩直線可能有不同的截距，因此得到圖形如下：



由兩截距的算數平均數為 $\frac{W}{h}$ ，可求得功函數 W 。

這題結合了「亥姆霍茲線圈」、「光電效應」、「電荷在磁場中的受力」等觀念，並且經理論推導得出電子迴旋半徑與入射光頻率的關係，接著求出金屬功函數。第(1)小題屬於基本小題，必須對光電效應與電子迴轉半徑的物理有進一步了解，才有辦法作答；第(2)小題必須知道功函數的意義，並寫出實驗時要如何從圖表中決定功函數的數值。

例 20.

以下是一段科幻小說中的文字：「我駕駛著太空船，靜靜地發射了一枚飛彈，只見飛彈劃過寂寥無比，如真空一樣的星際，最後擊中了外星人的基地。瞬間我看到了火光，先是紅色光，接著或許是燃料庫爆炸，看見了波長較短的黃色光，而且漸漸越來越亮，顯然我每秒鐘接收到的光波能量越來越大。我的太空船上一直打開的無線天線，接著收到波速較光速慢的通訊微波雜訊，顯示外星人基地的通訊已被摧毀，來不及對母星發射求救信號。不久，如電玩的音效，我可以聽到震耳欲聾的爆炸聲，畢竟音速比光速慢得多。那一刻，我知道我拯救了地球。」根據上述短文的敘述，下列哪些現象符合物理原理？

- (A) 波長較紅色光短的黃色光
- (B) 光越來越亮，表示每秒鐘接收到的能量越來越大
- (C) 接著光波之後是波速較慢的通訊微波
- (D) 可以聽到震耳欲聾的爆炸聲
- (E) 音速比光速慢得多

（改寫自 107 年研究用試卷）

參考答案：ABE

測驗目標：4a. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題

5a. 評估資料或論證的可信度

測驗內容：選修物理 波動、光及聲音

PKa-V a-1 力學波須透過介質來傳播，但光可在真空中傳播。

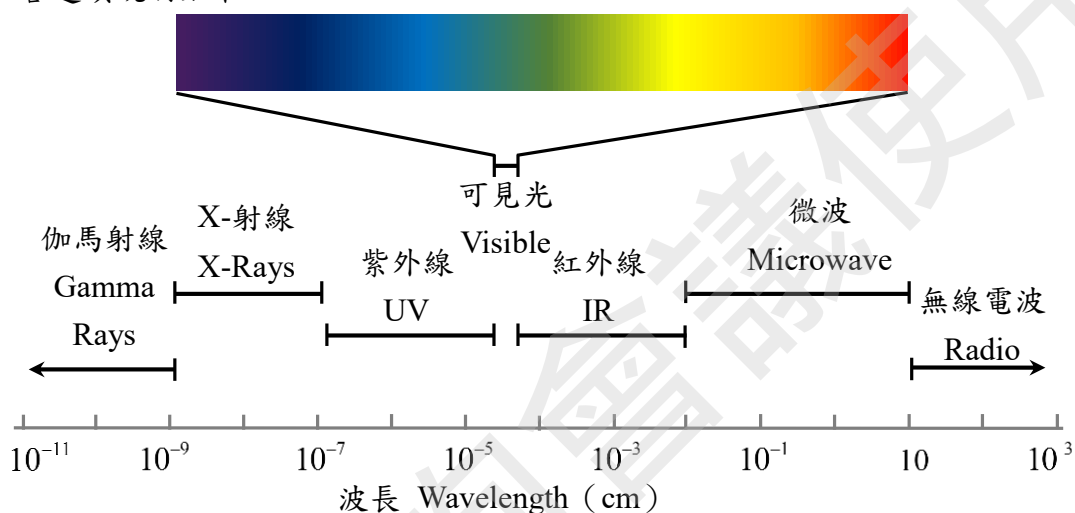
電磁現象一

PKc-V a-14 電磁波在真空中傳播的速率由電磁常數決定，與頻率無關。

說明：

測驗考生了解各色光與波長（頻率）的關係；知道聲、光的波速，及聲波傳遞需要介質；判斷情境的真實性。

1. 各選項說明如下：



- (A) 可見光中波長由長到短，分別為：紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫，故波長紅光大於黃光。正確選項。
- (B) 光通量反應人眼對不同波長光的變化敏感程度。當光源越亮，代表發光強度越強。正確選項。
- (C) 光波、無線電波均屬於電磁波，故均以光速（ 3×10^8 m/s）前進。故推論可能於初步爆炸時尚未完全破壞通訊裝置，故導致光波、無線電波未同時抵達，才有時間之差距。錯誤選項。
- (D) 聲波屬於力學波，故於傳遞過程中需要介質，而太空中因無介質，所以無法傳遞聲波。錯誤選項。
- (E) 光速為 3×10^8 m/s，而聲速於標準狀態下（一大氣壓，273 K）為 331 m/s，故光速遠大於聲速。正確選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)(B)(E)。

例 21.

小明的家人在市場買了真空包裝的肉，回家打開切成肉片，發現切面泛著淡淡的偏綠色的金屬幽光，有些地方還看到彩虹色的金屬色澤，如圖 9 所示，心想是不是肉被金屬污染了呢？

於是小明上農委會的「農業知識入口網站」詢問，駐站專家表示，無論新鮮的肉或者煮熟的肉，經過鋒利的刀具切割後，在切面上有時可見彩虹光澤，主要是因為切面上有肌肉纖維所致，是很正常的物理現象，這種現象在孔雀羽毛和魚的鱗片皆可見。但其原理與光通過三稜鏡所產生的現象並不相同。

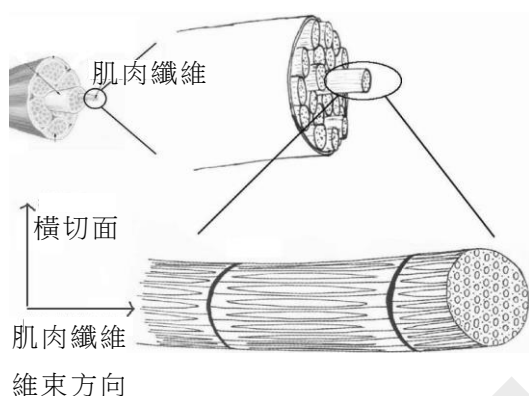


圖 8



圖 9

小明於探究與實作課程中與她的同學小儒及阿平提出「肌肉切割後會產生金屬光澤」的現象，探究甲、乙、丙三種不同刀子，先用同等力道切割紙張的張數判斷刀子鋒利程度，再以不同角度方式切肉，並把有無金屬光澤的結果記錄於表三：

表三 切割結果

	甲	乙	丙
以同等力道切割紙張劃破張數	12 張	6 張	1 張
切割方向與肌肉纖維平行	×	×	×
切割方向與肌肉纖維夾 45 度	✓	×	×
切割方向與肌肉纖維垂直	✓	✓	×

(1) 依據「農業知識入口網站」駐站專家的說法，下列關於光的物理現象，何者最適合說明肉的切面有彩虹色的金屬色澤？

- (A)干涉 (B)漫射 (C)色散 (D)反射 (E)折射

(2) 依據表三結果，阿平由探究所得的結果形成五點論點

甲：刀子越鋒利，越容易產生金屬光澤

乙：切割方向與肌肉纖維平行，一定不會產生金屬光澤

丙：僅由乙刀切割的結果，可以確定切割方向會影響金屬光澤的產生

丁：僅由甲、乙兩把刀切割的結果，可以推論切割方向與肌肉纖維垂直一定可以產生金屬光澤

戊：拿出第四把刀子，以同等力道可以劃破5張紙，當切割方向與肌肉纖維夾45度，一定不會產生金屬光澤

小明反思「探究成果」，發現部分論點屬科學邏輯不完整性資料所造成的誤解（過度推論）。何者屬過度推論的論點？

- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊

參考答案：第(1)小題：A

第(2)小題：BD

測驗目標：2a. 了解文本、數據或圖表等資料的意義

2d. 了解物理與生活情境的關係

5a. 評估資料或論證的可信度

測驗內容：必修物理 PKa-Vc-5 光除了反射和折射現象外，也有干涉及繞射現象。

PMc-Vc-3 科學的態度與方法。

探究與實作 發現問題 規劃與研究 論證與建模 表達與分享

說明：

【第 1 小題】

1. 各選項說明如下：

(A)干涉，指的是兩列或兩列以上的波在空間中重疊時發生疊加，從而形成新波形的現象。正確選項。

(B)漫射，指的是光線照射在物體粗糙的表面會無序地向四周反射的現象。錯誤選項。

(C)色散，在光學中，色散是指一道光中，光的相對速度隨著頻率而改變。在光學中，一個重要且常見的色散現象為透過三稜鏡或是帶有色差的透鏡產生的光譜，不同顏色的光有著不同的折射角。錯誤選項。

(D)反射，指光線行進到兩介質的交界面上，其光的行進方向發生改變且返回原介質，其入射角等於反射角，此現象稱之為反射。錯誤選項。

(E)折射，指光從一種介質進入到另一種不同介質時，行進方向發生改變的現象。其折射程度取決於波速、以及入射波的方向（角度）。當光從光密介質到光疏介質時，折射角較入射角大，故折射線會偏離法線。錯誤選項。

2. 由文本中「農業知識入口網站」駐站專家的說法，無論新鮮的肉或煮熟的肉，經過鋒利的刀具切割後，在切面上均有時可見彩虹光澤，主要是因為切面上有肌肉纖維所致，此現象在孔雀羽毛和魚的鱗片皆可見。推論為光的干涉。

3. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)。

【第 2 小題】

1. 各選項說明如下：

- (A) 依據表三，當「以同等力道切割紙張劃破張數」作為刀子鋒利的標準，可推論刀子越鋒利，越容易產生金屬光澤。推論正確。
- (B) 以刀子甲、乙、丙，切割方向與肌肉纖維平行，不會產生金屬光澤，但推論「切割方向與肌肉纖維平行，一定不會產生金屬光澤」，屬於過度推論之科學邏輯。推論錯誤。
- (C) 僅由乙刀不同切割角度的結果，可以確定切割方向會影響金屬光澤的產生。推論正確。
- (D) 故由甲、乙的資料作為剖析，其中刀子鋒利程度與切割角度，均為實驗變因之一，故推論出「切割方向與肌肉纖維垂直一定可以產生金屬光澤」屬於過度推論。推論錯誤。
- (E) 推論新刀子的鋒利程度應當介於乙、丙之間，由於乙、丙兩組實驗中，當切割方向與肌肉纖維夾 45 度角，均無金屬光澤，故可推論新刀子於同樣切割方式時亦無金屬光澤。推論正確。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)(D)。

附件、分科測驗物理考科測驗內容

一、依 108 自然領綱學科內容說明

本測驗內容由 108 自然領綱第五學習階段「必修物理」與加深加廣「選修物理」之學習內容重新排列而成，分主題、次主題、學習內容、學習內容說明、參考節數等五部分。

1. 普通型高級中等學校必修課程

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)	PBa-Vc-1 電場以及磁場均具有能量，利用手機傳遞訊息即是電磁場以電磁波的形式來傳遞能量的實例。 PBa-Vc-2 不同形式的能量間可以轉換，且總能量守恆。能量的形式因觀察尺度的不同，而有不同的展現與說明。 PBa-Vc-3 質量及能量可以相互轉換，其轉換公式為 $E = mc^2$ 。 PBa-Vc-4 原子核的融合以及原子核的分裂是質量可以轉換為能量的應用實例，且為目前重要之能源議題。	2-1 介紹運動物體的動能與位能，其總和稱為力學能。 ●有關各種能量及能量之間的轉換，避免做定量推導及計算。 2-2 舉例說明一般系統的能量，可以經由力學能、熱能、光能、電能、化學能等各種形式存在。 ●可舉焦耳實驗為例，說明力學能和熱之間的關係。 2-3 舉例說明各種能量間的轉換，以及能量守恆的觀念。 ●日常生活中常接觸到的能量之間可以轉換，且總能量守恆，但其形式不一定可以嚴格區分，例如：電池中的化學能，本質上是電池內部原子的電磁能以及動能的展現。 ●以生物與化學上的能量的轉換做例子，說	3 節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			明能量守恆具有普適性。	
	溫度與熱量 (Bb)	PBb-Vc-1 克氏溫標的意義及理想氣體的內能的簡單說明。 PBb-Vc-2 實驗顯示：把功轉換成熱很容易，卻無法把熱完全轉換為功。 PBb-Vc-3 物體內的原子不斷在運動並交互作用，此交互作用能量與原子的動能合稱為熱能。 PBb-Vc-4 由於物體溫度的不同所造成的能量傳遞稱為熱。	1-1 簡介理想氣體的熱能。 1-2 介紹克氏溫標(絕對溫標)。說明絕對溫度越高代表物體中原子的平均動能越大。 2-1 介紹功與熱的轉換。實驗顯示，透過作功可以輕易地把能量轉換成熱，卻無法把熱完全用來作功。 ●可說明木塊整體運動之動能為作功能力較好的有序能量，木塊和地面摩擦產生的熱能為作功能力較差的無序能量。 3-1 說明物體內的原子不斷在運動並交互作用，此交互作用能量與原子的動能合稱為熱能。	3節
物質系統 (E)	自然界的尺度與單位 (Ea)	PEa-Vc-1 科學上常用的物理量有國際標準單位。 PEa-Vc-2 因工具的限制或應用上的方便，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。 PEa-Vc-3 原子的大小約為 10^{-10} 公尺，原子核的大小約為 10^{-15} 公尺。	1-1 科學上的基本物理量常以國際標準單位做基準，因工具的限制或應用上的方便，也有許多常用的物理量是經由基本物理量的測量再計算而得。 ●在從事科學研究時，科學家可以有主觀的判斷與猜想，但仍需	1節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			藉由各種客觀的方法，如確認問題、提出假說、實驗分析與驗證、建構理論、做出預測等，來確認猜想或假說是否正確。	
物質系統 (E)	力與運動 (Eb)	PEb-Vc-1 伽利略之前學者對物體運動的觀察與思辯。	1-1 介紹伽利略之前，學者對物體運動的觀察與思辯歷程。 ●透過完整的運動學思辯歷程，說明人類對自然現象的關注，才會有科學的產生，並且引導學生了解科學並非憑空產生的想法。 ●此處介紹克卜勒行星運動定律的目的，是以此為例讓學生知道物體軌跡的確遵循已知的明確規律，而這些規律對於一般人而言，可能是極不明顯的事。如果不是克卜勒的發現，科學家可能還要摸索很久，才能確切了解這些規律的物理。 2-1 介紹伽利略對物體運動的研究與思辯歷程。 3-1 簡單介紹克卜勒三大定律發現的歷史背景及內容。 示範實驗：力學能守恆與運動	3節
		PEb-Vc-2 伽利略對物體運動的研究與思辯歷程。		
PEb-Vc-3 克卜勒行星運動三大定律發現的歷史背景及內容。				
PEb-Vc-4 牛頓三大運動定律。				
PEb-Vc-5 摩擦力、正向力、彈力等常見的作用力。				

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			<ul style="list-style-type: none"> ●可說明克卜勒定律是累積前人觀測資料之歸納性結果。 <p>4-1 詳細敘述三個運動定律的意義，而敘述僅以定律之說明為主，不涉及公式之推導與計算。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●僅以敘述方式說明可由運動方程式求得物體運動軌跡，不涉及軌跡數學式。 ●藉由第三定律的介紹，呼應前章節基本作用交互（力）的概念，並且具體說明作用力與反作用力的施力者與受力者。 ●一方面複習國民中學階段所學，一方面以這些熟悉的力為例，說明力會改變物體的運動狀態。例如：如果沒有摩擦力，一個等速前進的物體將以等速度持續前進，不涉及摩擦係數的量值。 	

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
自然界的現象與交互作用 (K)	波動、光及聲音 (Ka)	PKa-Vc-1 波速、頻率、波長的數學關係。 PKa-Vc-2 定性介紹都卜勒效應及其應用。 PKa-Vc-3 歷史上光的主要理論有微粒說和波動說。 PKa-Vc-4 光的反射定律，並以波動理論解釋折射定律。 PKa-Vc-5 光除了反射和折射現象外，也有干涉及繞射現象。 PKa-Vc-6 惠更斯原理可以解釋光波如何前進、干涉和繞射。 PKa-Vc-7 馬克士威從其方程式預測電磁波的存在，且計算出電磁波的速度等於光速，因此推論光是一種電磁波，後來也獲得證實。	1-1 說明波速、頻率、波長的關係（數學式）。 ●將國民中學階段已學過基本概念做複習，以便加深印象。 ●不推導任何數學公式。 2-1 簡介聲與光的都卜勒效應。 3-1 介紹歷史上關於光的兩個主要理論：微粒說、波動說。 ●作定性的介紹，不推導任何數學公式。 4-1 介紹光的反射及折射現象。 ●利用波動理論中，波在不同介質中速率不同，以圖示法定量說明司乃耳定律。 5-1 介紹光的干涉及繞射現象。 示範實驗：雙狹縫干涉 7-1 馬克士威經由理論計算，發現電磁波的速度與實驗上測出的光速相同，因此推論光是一種電磁波，後來也得到實驗證實。 ●不推導任何數學公式。	2節
	萬有引力 (Kb)	PKb-Vc-1 牛頓運動定律結合萬有引力定律可用以解釋克卜勒行星運動定律。 PKb-Vc-2 物體在重力場中運動的定性描述。	1-1 說明可以從牛頓運動方程式及平方反比重力解釋克卜勒行星運動定律。 ●可略加說明：由牛頓	1節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			運動方程式與平方反比重力解釋克卜勒定律是演繹式之推導，而克卜勒定律則是歸納式的推論。這兩種方法都是研究科學的重要方法。	
	電磁現象 (Kc)	<p>PKc-Vc-1 電荷會產生電場，兩點電荷間有電力，此力量值與兩點電荷所帶電荷量成正比，與兩點電荷間的距離平方成反比。</p> <p>PKc-Vc-2 原子內帶負電的電子與帶正電的原子核以電力互相吸引，形成穩定的原子結構。</p> <p>PKc-Vc-3 變動的磁場會產生電場，變動的電場會產生磁場。</p> <p>PKc-Vc-4 所有的電磁現象經統整後，皆可由馬克士威方程式描述。</p> <p>PKc-Vc-5 馬克士威方程式預測電磁場的擾動可以在空間中傳遞，即為電磁波。</p> <p>PKc-Vc-6 電磁波包含低頻率的無線電波，到高頻率的伽瑪射線在日常生活中有廣泛的應用。</p>	<p>3-1 簡單複習國民中學階段所學的電流會產生磁場，以及安培右手定則。</p> <p>3-2 定性介紹法拉第感應定律。藉由電磁感應現象，來說明電與磁是不可分割的，因此科學家把電場以及磁場統稱為電磁場。 示範實驗：載流導線的磁效應</p> <p>4-1 說明馬克士威把電磁場所遵守的定律統整成一組方程式。 ●不需說明方程式的數學形式。簡單指出，馬克士威方程式能以定量的方式來描述電磁現象。</p> <p>5-1 介紹電磁感應，同時說明電磁場可以在空間中傳播，從而形成電磁波。介紹馬克士威的方程式可以預測電磁波的存在。 ●僅需簡要說明電場、磁場的交互感應及傳播。</p>	6節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			<ul style="list-style-type: none"> ●應簡要說明變動的電場會感應磁場，變化的磁場會感應電場。 示範實驗：電磁感應 6-1 介紹電磁波譜及在日常生活中的應用。	
	量子現象 (Kd)	PKd-Vc-1 光具有粒子性，光子能量 $E = h\nu$ ，與其頻率 ν 成正比。 PKd-Vc-2 光電效應在日常生活中的應用。 PKd-Vc-3 原子光譜。 PKd-Vc-4 能階的概念。 PKd-Vc-5 電子的雙狹縫干涉現象與其波動性。 PKd-Vc-6 光子與電子以及所有微觀粒子都具有波粒二象性。 PKd-Vc-7 牛頓運動定律在原子尺度以下並不適用。	1-1 簡介光電效應，說明光具有粒子性。引入 $E = h\nu$ 公式，說明光子能量 E 與其頻率 ν 成正比。 <ul style="list-style-type: none"> ●定性說明如果將頻率夠高的光照射到某些金屬上，便可以將電子打離金屬表面。 ●不涉及任何數學推導。 2-1 舉例說明光電效應在日常生活中的應用。 <ul style="list-style-type: none"> ●光電子的產生只和入射光的頻率有關而和光的強度無關。 4-1 說明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。 4-2 說明原子外圍的電子只能具有特定的能量，稱之為能階。 4-3 說明電子可以經由吸收或發射特定能量（頻率）之光子，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。	4節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			<ul style="list-style-type: none"> ●說明光是由一顆顆的光量子所組成的，每顆光量子的能量和光的頻率成正比。 ●定性介紹物理學家成功完成電子的雙狹縫干涉實驗。此一實驗的概念及光學中的楊氏干涉實驗完全相同，可明確地呈現電子的波動性。 5-1 簡介電子的雙狹縫干涉現象，藉此說明電子具有波動性。 6-1 指出牛頓運動定律在微觀（原子）尺度下並不適用，此時適用之理論稱為量子論。	
	基本交互作用 (Ke)	PKe-Vc-1 原子核內的質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有強力使它們互相吸引。 PKe-Vc-2 單獨的中子並不穩定，會透過弱作用（或弱力）自動衰變成質子及其他粒子。 PKe-Vc-3 自然界的一切交互作用可完全由重力、電磁力、強力、以及弱作用等四種基本交互作用所涵蓋。	1-1 生活中常見的物質都是由原子組成的。 1-2 固態、液態及氣態之間的差異，都可由原子觀點解釋。 1-3 說明大自然的聲、光、熱、電等現象都可以用原子（或更基本的粒子）之間的交互作用來解釋。 1-4 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。 1-5 說明原子核內有帶正電的質子與不帶電的中子。	6節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			<p>1-6 說明質子、中子尚有內部結構，而且是由夸克所組成的。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●不須說明夸克的種類及所帶電荷。本說明的主要目的僅在於讓學生認識：實驗顯示質子與中子仍有內部的結構，理論上可以經由「夸克」來解釋，而此概念也被進一步的實驗所驗證。 <p>2-1 說明單獨的中子並不穩定，會透過弱作用（弱力）自動衰變成質子及其他粒子，某些原子核也會有類似的衰變。而弱作用的作用範圍比強力的作用範圍更短。</p> <p>3-1 說明自然界的基本作用力可分為重力、電力與磁力、強力、弱作用。物質間一切的交互影響，都是由這幾種基本交互作用所綜合而成的。</p> <p>3-2 說明帶質量的物體之間有萬有引力，以及此力量值與物體間距離的平方成反比。</p> <p>3-3 說明磁鐵間有磁力、簡介磁力線與磁場的概念。</p>	

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			3-4 說明質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有「強力」，因此能束縛在一起形成原子核。而強力的作用力範圍很短，只限制在原子核量值的尺度內，因此在日常生活中感覺不到它的作用。 <ul style="list-style-type: none"> ●簡單介紹牛頓發現萬有引力的歷史背景與內容。 ●不推導任何數學式為前提學習萬有引力平方反比公式。 ●說明電荷會產生電場，兩電荷之間有電力，此力量值與電荷之間距離的平方成反比。 ●原子內帶負電的電子與帶正電的原子核之間有相吸的電力，才會組成原子。電子與電子之間則有相互排斥的電力。 ●僅介紹單一電荷產生的電場。 ●不推導任何數學式為前提學習靜電力平方反比公式。 ●說明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 	

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			<p>板把桌子撐住)、彈性力、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，其實都是電力與磁力的作用。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●衰變現象無法以重力、電磁力或強力解釋，因而得知自然界中還有另外一種交互作用，科學家稱它為弱作用（弱力）。 ●由於弱作用存在，中子才會衰變。 	
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	PMc-Vc-1 用電安全。 PMc-Vc-2 電在生活中的應用。 PMc-Vc-3 科學的態度與方法。 PMc-Vc-4 近代物理科學的發展，以及不同性別、背景、族群者於其中的貢獻。	3-1 介紹科學家面對問題時，所持思考方式與態度，例如：理性、客觀、好奇心、避免妄下決斷等。 3-2 簡介物理學涵蓋的範疇、探究的方向與演進的歷史。 3-3 說明現代世界經常面對跨學科的挑戰，並非侷限於單一學科的探究。 <ul style="list-style-type: none"> ●避免單純以條列的方式來呈現物理史：可藉由幾位關鍵物理學家的貢獻，來說明物理是實驗與理論相輔相成的學問，及其與人類文明發展的關係。 	1節

普通型高級中等學校必修物理				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			4-1 擇例簡介物理科學家之貢獻與研究歷程，並兼顧不同族群、性別與背景，此內容應融入相關章節，不必另成一個單元。	
資源與永續發展 (N)	能源的開發與利用 (Nc)	PNc-Vc-1 原子核的分裂。 PNc-Vc-2 核能發電與輻射安全。 PNc-Vc-3 能量一樣的系統，作功的能力不一定相同。 PNc-Vc-4 雖然能量守恆，但能量一旦發生形式上的轉換，通常其作功效能會降低。	1-1 簡述原子核的分裂。 2-1 簡述核能發電並介紹輻射安全。 2-2 簡述原子核的融合及核能。 ●可提及太陽能來自核融合反應。	1 節

2. 普通型高級中等學校加深加廣選修課程

普通型高級中等學校加深加廣選修物理為 10 學分，內容規劃如下：

科目	課程名稱	學分
選修物理	力學一	2
	力學二與熱學	2
	波動、光及聲音	2
	電磁現象一	2
	電磁現象二與量子現象	2

課程名稱：力學一

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質系統 (E)	自然界的尺度與單位 (Ea)	PEa-Va-1 測量都會有不確定度，不確定度源自被測量物、測量儀器的特性，並受測量者及環境的影響。不確定度有國際公定的標準計算方法。	1-1 說明不確定度。 1-2 測量的有效數字和不確定度的關係。 1-3 不確定度的組合，例如：兩個物體的重量各有不確定度，其總共重量的不確定度如何估算。 1-4 導出量的測量與不確定度的評估，例如：密度、速度、面積等基本導出量，其不確定度如何評估。 1-5 物理量的因次及因次分析法。	2 節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
力與運動 (Eb)	PEb-Va-1	質點如在一平面上運動，則其位移、速度、加速度有兩個獨立的分量。	1-1 以質點在一直線上的位置變化描述運動，並說明位移及路徑長。	15 節
	PEb-Va-2	直線等加速運動（例如：自由落體運動），其位移、速度、加速度及時間的數學關係。	1-2 介紹平均速度、瞬時速度。 2-1 介紹加速度。 2-2 詳細討論一維空間的等加速運動，並說明鉛直方向的自由落體運動。	
	PEb-Va-3	二質點在同一直線上運動，其相對速度為二質點速度之差。	3-1 說明直線上的相對運動。	
	PEb-Va-4	簡諧運動為一週期性運動，其位移和速度可用時間的正弦函數或餘弦函數表示。	實驗一：自由落體與物體在斜面上的運動 4-1 簡諧運動為一週期性運動，並解釋位置與時間的關係。	
	PEb-Va-5	質點如在一平面上運動，則其位移、速度、加速度有兩個分量，應用向量表示，例如：拋體運動，其軌跡是拋物線。	5-1 利用平面向量之概念將位移、速度及加速度推廣至二維空間的運動。 5-2 以拋體運動為例，說明二維的等加速運動。	
	PEb-Va-6	質點作等速圓周運動時其速率及角速度不變，但有向心加速度，因此速度的方向會改變。	6-1 引入角速度、向心加速度概念。	
	PEb-Va-7	力是向量，可以分解和合成。	7-1 說明力的向量性質與力的合成分解。	9 節
	PEb-Va-8	牛頓三大運動定律包括慣性定律、運動定律、作用與反作用定律。	8-1 介紹慣性的概念。 8-2 介紹力與加速度之間的關係。	
	PEb-Va-9	牛頓第二運動定律的應用，例如：簡諧運動與等速圓周運動。	8-3 介紹作用力與反作用力的關係。 9-1 介紹虎克定律、簡諧運動及等速圓周運動之向心力。	

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			實驗二：牛頓第二運動定律	
自然界的現象與交互作用 (K)	萬有引力 (Kb)	PKb-Va-1 萬有引力定律的說明。 PKb-Va-2 地球表面的重力與重力加速度。 PKb-Va-3 行星與人造衛星的運動。 PKb-Va-4 以圓周運動為例說明如何由萬有引力定律推論出克卜勒定律。	1-1 說明萬有引力定律的數學形式。 2-1 由物體在地球表面所受重力得出地球表面的重力加速度。 3-1 應用牛頓運動定律與萬有引力定律解釋行星及人造衛星的運動。 4-1 指出克卜勒行星運動第一定律可以藉由牛頓運動定律及萬有引力定律的結合推導出來。這裡並不是要做推導，而是說明克卜勒行星運動第一定律和牛頓定律的關係。 4-2 以圓周運動為例說明克卜勒行星運動第三定律如何經由牛頓運動定律及萬有引力定律推導出來。	3節
	科學發展的歷史 (Mb)	PMb-Va-1 克卜勒定律和萬有引力定律的關係。 PMb-Va-2 伽利略的慣性原理和牛頓運動定律的關係。	1-1 融入學習內容：萬有引力 (Kb)。 2-1 融入學習內容：PEb-Va-8 牛頓三大運動定律包括慣性定律、運動定律、作用與反作用定律。 ●簡單複習高一所學相關議題。	1節
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	PMc-Va-1 以物理原理解釋自然現象，例如：光的各種現象、天體運動、各種力的作用。	●融入學習內容：萬有引力 (Kb)，及 PEbVa-9 牛頓第二運動定律的應用，例如：簡諧運動與等速圓周運動。	1節

課程名稱：力學二與熱學

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數	
物質系統 (E)	力與運動 (Eb)	PEb-Va-10	質點的動量等於質點的質量乘以速度，其時間變化率等於質點所受作用力。衝量等於動量的變化。	10-1 定義動量與衝量，並說明其與作用力之間的關係。 11-1 介紹質點系統的動量守恆定律。	15 節
		PEb-Va-11	質點系統的動量對時間的變化率等於外力的總和，如外力的總和為零，則系統動量守恆。	14-1 定義單一質點的角動量並說明其與作用力矩之間的關係及角動量守恆。	
		PEb-Va-12	質點系統質心的定義。	14-2 說明克卜勒行星運動第二定律是角動量守恆律的體現（對高一必修課綱中提及之克卜勒行星運動第二定律作進一步解釋）。	
		PEb-Va-13	質心速度、質心加速度及系統總動量及其所受外力的關係。	15-1 說明一維彈性碰撞及一維非彈性碰撞。	
		PEb-Va-14	一質點的角動量等於其位置向量和動量的向量外積，其時間變化率等於質點所受的力矩。	15-2 說明靜摩擦與動摩擦。 15-3 說明靜力平衡及其應用。	
		PEb-Va-15	許多生活上和工程上的問題都可用牛頓三大運動定律來解釋或計算，例如：靜力平衡、摩擦力、一維碰撞問題。		
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)	PBa-Va-1	功等於力和位移的向量內積，功率為功的時間變化率。	1-1 以力與位移的純量積定義功，並介紹平均功率及瞬時功率。	12 節
		PBa-Va-2	功能定理。	2-1 定義動能，並證明外力作功之總和等於質點動能之變化量。	
		PBa-Va-3	位能的定義。	3-1 說明位能的定義。	
		PBa-Va-4	重力位能及彈簧位能的一般表示式。	4-1 說明重力位能及彈簧位能。	
		PBa-Va-5	一般性的力學能守恆律與實例。	5-1 說明力學能守恆定律，並舉力學能守恆的實例。	

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
能量的形式、轉換及流動 (B)	溫度與熱量 (Bb)	PBb-Va-1 理想氣體狀態方程為 $PV=nRT$ ，此溫度 T 為絕對溫度。 PBb-Va-2 將牛頓力學定律應用到理想氣體動力論，可以推導出氣體壓力以及體積與內能的定量關係。將此結果套用到理想氣體狀態方程式則可得出理想氣體的內能與絕對溫度成正比的結論。 PBb-Va-3 在一系統中氣體分子運動速率並非完全相同，而是有一個速率分布。	1-1 只需強調絕對溫度的觀念和絕對溫度與理想氣體性質的關係。 2-1 將牛頓力學定律應用到理想氣體動力論，可以推導出氣體壓力以及體積與內能的定量關係。 2-2 將此結果套用到理想氣體狀態方程式則可得出理想氣體的內能與絕對溫度成正比的結論。 ●不介紹馬克士威速度分布的數學形式。	5 節

課程名稱：波動、光及聲音

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
自然界的現象與交互作用 (K)	波動、光及聲音 (Ka)	PKa-Va-1 力學波須透過介質來傳播，但光可在真空中傳播。 PKa-Va-2 介質振動會產生波。 PKa-Va-3 正弦波在時間上以及空間中均有週期性。 PKa-Va-4 波遇到不同的介質時會反射和透射，例如：繩波。 PKa-Va-5 線性波相遇時波形可以疊加。 PKa-Va-6 兩個振幅、波長、週期皆相同的波相向行進會經由干涉形成駐波。 PKa-Va-7 如聲音形成駐波，其頻率最低者稱為基音，頻率高者稱為泛音。	1-1 以水波及繩波說明波可以在不傳送物質的情況下將能量傳播至別處。 1-2 波的傳播方式可方便地分為縱波和橫波兩種。 1-3 說明聲波的傳遞。 2-1 說明力學波是因物質的振動而產生，必須靠介質才能傳播。 3-1 以正弦波定義波長、頻率、波速、振幅、波峰及波谷等專有名詞，並說明其間的關係。 4-1 以繩波為例說明波遇到不同介質時的反射和透射。	14 節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
		PKa-Va-8 物體振動的頻率和聲波頻率相同時會產生聲音的共振（或共鳴）。 PKa-Va-9 惠更斯原理可解釋波的傳遞，波前的每一點就像一個向外傳播的點波源。	5-1 說明波的疊加原理。 5-2 指出並不是所有的波都能符合波的疊加原理，但當波的振動幅度不大時，則都滿足疊加原理。 5-3 介紹水波的干涉。 實驗三：水波槽實驗 6-1 駐波如何產生及駐波的性質。 6-2 定義波節與波腹，並說明波節（波腹）位置及波長的關係。 7-1 利用繩弦的振動以及長直空氣柱內的駐波說明基音和泛音。 8-1 介紹物體自然頻率的概念 8-2 利用音叉、音箱、音樂盒等實例說明聲音的共振。 實驗四：氣柱的共鳴 9-1 介紹波前的概念。 9-2 介紹惠更斯原理。	
	波動、光及聲音 (Ka)	PKa-Va-10 光有波動的性質。 PKa-Va-11 光的折射遵循司乃耳定律，光由光密介質進入光疏介質的入射角大於臨界角時會發生全反射。 PKa-Va-12 光經透鏡成像可用透鏡公式分析，透鏡有很多用途。 PKa-Va-13 光有干涉與繞射的現象，其亮紋和暗紋決定於相位差。	10-1 說明光的許多性質可用波動說解釋。 11-1 說明司乃耳定律。 11-2 說明光的色散現象。 11-3 定性說明彩虹的成因。 11-4 說明光的全反射現象。 12-1 說明透鏡公式與成像的關係。 12-2 簡介透鏡的應用。 實驗五：折射率的測定及薄透鏡的成像	15節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			13-1 利用疊加原理說明光的干涉現象。 13-2 利用惠更斯原理說明光的繞射現象。 13-3 說明垂直入射的光之繞射現象中，接近中央處之暗紋所在位置與波長以及屏幕距離之間的定量關係。 實驗六：干涉與繞射 ●避免對水波槽實驗進行複雜分析，只需說明同相干涉。	
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	PMc-Va-1 以物理原理解釋自然現象，例如：光的各種現象、天體運動、各種力的作用。 PMc-Va-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。	●融入學習內容：波動、光及聲音。(Ka)	1節

課程名稱：電磁現象一

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
自然界的現象與交互作用 (K)	電磁現象 (Kc)	PKc-Va-1 可以用電力線表示出電場的大小與方向。 PKc-Va-2 庫倫作用力是守恆力，具有位能。 PKc-Va-3 在電場中，單位電荷在某點所具有的位能，即為該點之電位。	1-1 介紹靜電力的數學形式。 1-2 介紹電力線的概念。 1-3 說明電場之定義與電力線之關係。 1-4 說明帶電質點在均勻電場中所受的力與運動軌跡。 ●說明電位、電位差、電位能。 ●說明帶電平行板間形成的電場及電位差。 ●避免繁複的計算，應將重點擺在物理觀念的加強。 實驗七：等電位線與電場。	10節
		PKc-Va-7 載流導線如長直導線、圓線圈、長螺線管，會產生磁場，遵循必歐沙伐定律及安培右手定則。 PKc-Va-8 載流導線在磁場中受力，可利用此特性設計電動機。 PKc-Va-9 在平面上運動的帶電質點受到垂直於平面之均勻磁場的作用，會受力並做等速圓周運動。	7-1 介紹電流的定義。 7-2 說明必歐-沙伐定律及安培右手定則。 7-3 說明長直導線及圓線圈電流所產生的磁場。 7-4 說明長螺線管電流會在螺線管內部產生相當均勻的磁場。 8-1 說明載流導線在均勻磁場中所受的作用力及其應用。 8-2 說明載流平行導線間的作用力。 8-3 介紹電動機的原理。 實驗八：電流天平。	10節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			9-1 說明帶電粒子在磁場中運動所受到的作用力。 9-2 描述帶電粒子在均勻磁場中的運動及其應用。	
		PKc-Va-10 磁通量的負時間變化率等於感應電動勢，此為法拉第定律。 PKc-Va-11 電壓和電流有直流電和交流電兩種。 PKc-Va-12 發電機與變壓器的原理皆為電磁感應。 PKc-Va-13 電場變化會產生磁場。 PKc-Va-14 電磁波在真空中傳播的速率由電磁常數決定，與頻率無關。 PKc-Va-15 平面電磁波的電場、磁場以及傳播方向互相垂直。	10-1 介紹感應電動勢和磁通量變化的關係。 10-2 介紹冷次定律，並說明這是能量守恆的表現。 12-1 介紹交流發電機與變壓器的基本原理。 13-1 介紹隨時間改變的電場也會在其周遭感應出磁場。 ●位移電流這名詞雖然有歷史上的意義，但容易引起初學者的困擾，故此處建議只介紹現象本身而不刻意去引入此名詞。 14-1 電磁波之產生和傳播。 14-2 電磁波在真空中的傳播速率可以透過電磁學定律完全決定。此速率與頻率沒有關係。 ●強調電磁波的產生是透過電磁感應，以及電場改變時所衍生的磁效應來相輔相成，並不是要說明電磁波和狹義相對論的關係。	10節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
			15-1 介紹平面電磁波的電場、磁場以及傳播方向之關係。 15-2 簡介電磁波的偏振現象。 15-3 電磁波之應用。 實驗九：認識電磁波 （經由實驗讓學生了解所列電磁波的特性）。	
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	PMc-Va-1 以物理原理解釋自然現象，例如：光的各種現象、天體運動、各種力的作用。 PMc-Va-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。	<ul style="list-style-type: none"> ●融入學習內容：電磁現象 (Kc) 	1 節

課程名稱：電磁現象二與量子現象

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
自然界的現象與交互	電磁現象 (Kc)	PKc-Va-4 電位差等於電流乘以電阻，此為歐姆定律。 PKc-Va-5 電路中電流帶有能量。 PKc-Va-6 電路有串聯、並聯及迴路等形式，電路中的能量及電量必須守恆。	4-1 解釋電動勢的意義。 4-2 介紹電阻及電阻率。 4-3 簡介電阻及溫度的關係。 5-1 說明電流的熱效應及電功率（說明電流、電動勢和能量的關係）。 6-1 說明電阻的串、並聯及迴路。	7 節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
作用 (K)			6-2 簡述電路中的能量守恆及電量守恆。 ●以上 6-1、6-2 只涉及簡單電路。 實驗十：歐姆定律與電路	
	量子現象 (Kd)	PKd-Va-1 用湯木生陰極射線管及密立坎油滴實驗測量電子的荷質比及電量。 PKd-Va-2 X 射線比起可見光來能量較高、波長較短，可用來分析晶體結構，並且有許多其他的應用。 PKd-Va-3 普朗克分析黑體輻射現象，提出量子論之解釋。 PKd-Va-4 愛因斯坦分析光電效應，提出光量子論。 PKd-Va-5 德布羅意提出物質波理論：物質都具有波與粒子的二象性，並經實驗驗證。 PKd-Va-6 拉塞福提出正電荷集中在核心，電子分布在外的原子模型。 PKd-Va-7 波耳假設角動量的量子化，提出氫原子模型，成功解釋氫原子光譜。 PKd-Va-8 依照量子力學解釋，原子內之電子是以機率分布出現，沒有固定的古典軌道。	1-1 簡介湯木生陰極射線管及電子荷質比實驗。 1-2 簡介密立坎油滴實驗。 實驗十一：電子的荷質比認識。 2-1 說明 X 射線的產生及其性質。 2-2 介紹晶體的 X 射線繞射並簡介 X 射線的應用。 3-1 簡述黑體輻射的性質及普朗克的量子論解釋。 4-1 介紹光電效應及愛因斯坦光量子論。 5-1 敘述德布羅意物質波的提出及證實。 5-2 說明物質波可形成駐波，及其和原子模型的關係。 5-3 說明光以及傳統上所認知的物質都具有波與粒子的二象性。 6-1 說明拉塞福的原子模型。 7-1 簡述氫原子光譜及波耳的氫原子模型。 8-1 可指出波耳原子模型不足之處。	19 節

主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
	基本交互作用 (Ke)	PKe-Va-1 質子和中子可組成結構穩定以及不穩定的原子核。 PKe-Va-2 不穩定的原子核會經由放射性衰變釋放能量或轉變為其他的原子核。 PKe-Va-3 基本交互作用遵循許多守恆律，例如：動量守恆、角動量守恆、質能守恆、電荷守恆。	1-1 簡述原子核的組成。 2-1 簡述原子核的衰變及其放射性。 2-2 可簡述原子核衰變和強、弱作用的關係以呼應必修物理的內容。 3-1 綜合陳述動量守恆、角動量守恆、電荷守恆、質能守恆。 ●可指出守恆定律因為和物體之交互作用細節無關，故其理論上之重要性有時可能凌駕了交互作用本身的細節；而在實作上，守恆定律有時也可以幫助我們對某些實驗結果迅速做出判讀。	
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	PMc-Va-1 以物理原理解釋自然現象，例如：光的各種現象、天體運動、各種力的作用。 PMc-Va-2 電路、電磁波、透鏡、核能、光電效應的應用。	●融入各學習內容：量子現象 (Kd)，基本交互作用 (Ke)。	1 節

◎實驗

實驗名稱	內容	備註
一、自由落體與物體在斜面上的運動	<ul style="list-style-type: none"> ●利用計時器測量自由落體的速度及加速度。 ●利用力學滑車、計時器記錄滑車由斜面滑下之位移、速度、加速度，以了解等加速度直線運動。 	
二、牛頓第二運動定律	<ul style="list-style-type: none"> ●利用滑車與軌道、計時器，將質量固定，改變作用力以測加速度，求出加速度及作用力的關係。 ●固定作用力，改變質量以測加速度，求出加速度及質量的關係。 ●綜合實驗結果得出牛頓第二運動定律。 	
三、水波槽實驗	<ul style="list-style-type: none"> ●在水波槽中，觀測水波遇不同形狀的障礙物反射的情形。 ●在水波槽中，觀測水波在深淺不同的部位產生折射的情形。 ●利用水波槽、起波器，作二同相點波源的水波干涉。 	
四、氣柱的共鳴	<ul style="list-style-type: none"> ●探討空氣柱的共鳴現象，測定聲音在空氣中行進的速度。 	
五、折射率的測定及薄透鏡的成像	<ul style="list-style-type: none"> ●觀察折射現象，並用大頭針與方格紙等簡單工具測量玻璃、水及糖水或鹽水等常見物質的折射率。 ●可考慮以雷射筆直接測量。 ●觀察並驗證薄透鏡成像公式。 	
六、干涉與繞射	<ul style="list-style-type: none"> ●利用雙狹縫之干涉現象，測量單色光之波長。 ●利用單狹縫之繞射現象，測量單狹縫之寬度。 	
七、等電位線與電場	<ul style="list-style-type: none"> ●利用電場形成碳板與探針決定兩個電極間的等電位線及電力線的分布。 	
八、電流天平	<ul style="list-style-type: none"> ●利用電流天平以測定螺線管內磁場強度及電流之關係。 	
九、認識電磁波	<ul style="list-style-type: none"> ●以微波實驗驗證電磁波的性質，例如：波長、能量、電場和磁場的作用、偏振、電磁波的發射與接收。 	
十、歐姆定律與電路	<ul style="list-style-type: none"> ●實證歐姆定律。 ●練習電路之聯結及三用電錶之使用法。 	不做惠司同電橋測定電阻之實驗。
十一、電子的荷質比認識	<ul style="list-style-type: none"> ●使用電子束管及荷姆霍茲線圈或其他性質相似裝置，配合螺線管以測定電子的荷質比。 	

二、依 108 自然領綱學科標題分類

本內容由 108 自然領綱物理科學學習重點重新排列而成，分成測試項目、主要內容、備註等三部分。

1. 測量與不確定度

測試項目	主要內容	備註
1-1 不確定度評估	(a) 不確定度。 (b) 測量的有效數字和不確定度的關係。	
1-2 不確定度組合	(a) 不確定度的組合，例如：兩個物體的重量各有不確定度，其總共重量的不確定度如何估算。 (b) 導出量的測量與不確定度的評估，例如：密度、速度、面積等基本導出量，其不確定度如何評估。	
1-3 物理量的因次	(a) 物理量的因次及因次分析法。	

2. 物質的組成與交互作用

測試項目	主要內容	備註
2-1 物質的組成	(a) 生活中常見的物質都是由原子組成的。 (b) 固態、液態及氣態之間的差異，都可由原子觀點解釋。 (c) 大自然的聲、光、熱、電等現象都可以用原子(或更基本的粒子)之間的交互作用來解釋。	
2-2 原子的尺度與結構	(a) 原子的量值。 (b) 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。 (c) 原子核的量值 (d) 原子核內有帶正電的質子與不帶電的中子。 (e) 質子、中子尚有內部結構，是由夸克所組成的。	● 不涉及夸克的種類及所帶電荷。
2-3 物質間的基本交互作用	(a) 自然界的基本作用力可分為重力、電力與磁力、強力、弱作用。物質間一切的交互影響，都是由這幾種基本交互作用所綜合而成的。	● 強力與弱力僅限科學史的介紹。

測試項目	主要內容	備註
2-3-1 重力	(a) 重力：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。	
2-3-2 電力與磁力	(a) 磁力、磁力線與磁場 (b) 電荷會產生電場，兩電荷之間有電力，此力量值與電荷之間距離的平方成反比。 (c) 原子內帶負電的電子與帶正電的原子核之間有相吸的電力，才會組成原子。電子與電子之間則有相互排斥的電力。	
2-3-3 強力	(a) 質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有「強力」，因此能束縛在一起形成原子核。 (b) 強力的作用力範圍很短，只限制在原子核量值的尺度內，因此在日常生活中感覺不到它的作用。	
2-3-4 弱力	(a) 單獨的中子並不穩定，會透過弱作用（弱力）自動衰變成質子及其他粒子，某些原子核也會有類似的衰變。 (b) 弱作用的作用範圍比強力的作用範圍更短。	

3.運動學

測試項目	主要內容	備註
3-1 直線運動	(a) 質點在一直線上的位置變化、位移及路徑長。 (b) 平均速度、瞬時速度。 (c) 加速度。 (d) 一維空間的等加速運動， (e) 鉛直方向的自由落體運動。 (f) 直線上的相對運動。	●實驗一、自由落體與物體在斜面上的運動
3-2 簡諧運動	(a) 簡諧運動為週期性運動 (b) 簡諧運動位置與時間的關係。	
3-3 平面運動	(a) 利用平面向量之概念將位移、速度及加速度推廣至二維空間的運動。 (b) 二維的等加速運動：拋體運動。	
3-4 等速圓周運動	(a) 角速度、向心加速度。	
3-5 天體運動	(a) 克卜勒三大定律發現的背景 (b) 克卜勒三大定律的內容。	

4.牛頓運動定律

測試項目	主要內容	備註	
4-1 力的性質	(a) 力的向量性質與力的合成分解。		
4-2 牛頓第一運動定律	(a) 慣性的概念 (b) 伽利略的慣性原理和牛頓運動定律的關係。 (c) 慣性定律及質量代表物體運動慣性的量值。		
4-3 牛頓第二運動定律	(a) 力對物體運動狀態的影響 (b) 運動方程式 ($F = ma$) 的意義。 (c) 力與加速度之間的關係，包括虎克定律、簡諧運動及等速圓周運動之向心力。 (d) 日常生活中常見的力：摩擦力、正向力、彈力等。		●實驗二、牛頓第二運動定律
4-4 牛頓第三運動定律	(a) 作用力、反作用力及其關係。		

5.萬有引力定律

測試項目	主要內容	備註
5-1 萬有引力定律	(a) 萬有引力定律的數學形式。	
5-2 地球表面的重力與重力加速度	(a) 物體在地球表面所受重力 (b) 地球表面的重力加速度。	
5-3 行星與人造衛星	(a) 應用牛頓運動定律與萬有引力定律解釋行星及人造衛星的運動。	
5-4 克卜勒定律與萬有引力定律	(a) 克卜勒行星運動第一定律可以藉由牛頓運動定律及萬有引力定律的結合推導出來。 (b) 克卜勒行星運動第三定律可以藉由牛頓運動定律及萬有引力定律推導出來。	●項次(a)部分不涉及數學推導

6.動量與角動量

測試項目	主要內容	備註
6-1 動量	(a) 動量與衝量。 (b) 動量、衝量與作用力之間的關係。	
6-2 動量守恆	(a) 質點系統的動量守恆定律。	

測試項目	主要內容	備註
6-3 質心運動	(a) 質心的定義。 (b) 質心的速度、加速度。	
6-4 角動量	(a) 單一質點的角動量。 (b) 角動量與作用力矩之間的關係。 (c) 角動量守恆。 (d) 克卜勒行星運動第二定律是角動量守恆律的體現。	

7. 能量

測試項目	主要內容	備註
7-1 能量的形式	(a) 運動物體的動能與位能，其總和稱為力學能。 (b) 一般系統的能量，可以經由力學能、熱能、光能、電能、化學能等各種形式存在。 (c) 物體內的原子不斷在運動並交互作用，此交互作用能量與原子的動能合稱為熱能。 (d) 由於物體溫度的不同所造成的能量傳遞稱為熱。	
7-2 微觀尺度下的能量	(a) 理想氣體的熱能。 (b) 克氏溫標（絕對溫標）。 (c) 絕對溫度越高代表物體中原子的平均動能越大。	
7-3 能量間的轉換與能量守恆	(a) 各種能量間的轉換與能量守恆。 (b) 功與熱的轉換。 (c) 實驗顯示，透過作功可以輕易地把能量轉換成熱，卻無法把熱完全用來作功。 (d) 雖然能量守恆，但是能量相同的系統作功的能力不一定相同，而能量一旦發生形式上的轉換後，作功的能力通常會降低。	
7-4 質能互換與核能	(a) 質量及能量可以相互轉換（ $E=mc^2$ 的公式）。 (b) 原子核的融合及核能。 (c) 原子核的分裂及核能 (d) 核能發電與輻射安全。	

8.功與能量

測試項目	主要內容	備註
8-1 功與功率	(a) 力與位移的純量積定義功。 (b) 平均功率及瞬時功率。	
8-2 動能與功能定理	(a) 動能的定義。 (b) 外力做功之總和等於質點動能之變化量。	
8-3 位能	(a) 位能的定義。 (b) 重力位能。 (c) 彈有位能。	
8-4 力學能守恆	(a) 力學能守恆定律。 (b) 力學能守恆的實例。	

9.牛頓運動定律的應用

測試項目	主要內容	備註
9-1 碰撞	(a) 一維彈性碰撞 (b) 一維非彈性碰撞。	●不涉及繁複計算而又無助於更深入了解物理觀念的部分。
9-2 摩擦力	(a) 靜摩擦與動摩擦。	
9-3 靜力學及應用實例	(a) 靜力平衡。 (b) 靜力平衡的應用。	

10.熱學

測試項目	主要內容	備註
10-1 絕對溫度及理想氣體狀態方程式	(a) 理想氣體狀態方程為 $PV = nRT$ ，此溫度 T 為絕對溫度。	●僅限於強調絕對溫度的觀念和絕對溫度與理想氣體性質的關係。
10-2 氣體動力論	(a) 將牛頓力學定律應用到理想氣體動力論，可以推導出氣體壓力以及體積與內能的定量關係。 (b) 理想氣體的內能與絕對溫度成正比。 (c) 氣體中各分子運動速率並非相同，而是呈規律性分佈。	●項次(c)部分不涉及馬克士威速度分佈的數學形式。

11. 波動與聲音

測試項目	主要內容	備註
11-1 波的傳播	(a) 波可以在不傳送物質的情況下將能量傳播至別處。 (b) 波的傳播方式可方便地分為縱波和橫波兩種。 (c) 聲波的傳遞。	
11-2 振動與波	(a) 力學波是因物質的振動而產生，必須靠介質才能傳播	
11-3 週期波	(a) 以正弦波定義波長、頻率、波速、振幅、波峰及波谷等專有名詞，以及其間的關係。	
11-4 波的反射和透射	(a) 波遇到不同介質時的反射和透射。	
11-5 波的疊加原理	(a) 波的疊加原理。 (b) 並不是所有的波都能符合波的疊加原理，但當波的振動幅度不大時，則都滿足疊加原理。 (c) 水波的干涉。	●實驗三、水波槽實驗 ●不涉及水波槽實驗的複雜分析，僅限同相干涉。
11-6 駐波	(a) 駐波的產生及駐波的性質。 (b) 波節與波腹，波節（波腹）位置及波長的關係。	
11-7 基音和泛音	(a) 利用繩弦的振動以及長直空氣柱內的駐波說明基音和泛音。	●實驗四、氣柱的共鳴
11-8 聲音的共振（或共鳴）	(a) 物體自然頻率。 (b) 利用音叉、音箱、音樂盒等實例說明聲音的共振	
11-9 惠更斯原理	(a) 波前。 (b) 惠更斯原理。	

12. 光學

測試項目	主要內容	備註
12-1 光的波動說	(a) 歷史上關於光的兩個主要理論：微粒說和波動說。 (b) 光的許多性質可用波動說解釋。 (c) 波速、頻率、波長的關係（數學式）。 (d) 光的反射及折射現象。	

測試項目	主要內容	備註
12-2 折射現象及全反射	(a) 司乃耳定律。 (b) 光的色散現象。 (c) 光的全反射現象。	●實驗五、折射率的測定及薄透鏡的成像。
12-3 透鏡原理	(a) 透鏡公式與成像的關係。 (b) 透鏡的應用。	
12-4 光的干涉與繞射現象	(a) 利用疊加原理說明光的干涉現象 (b) 利用惠更斯原理說明光的繞射現象 (c) 垂直入射的光之繞射現象中，接近中央處之暗紋所在位置與波長以及屏幕距離之間的定量關係。	●實驗六、干涉與繞射

13. 靜電學

測試項目	主要內容	備註
13-1 庫倫定律	(a) 靜電力的數學形式。	●實驗七、等電位線與電場。 ●不涉及繁複的計算，著重於物理觀念。
13-2 電力線與電場	(a) 電力線的概念 (b) 電場之定義與電力線之關係。 (c) 帶電質點在均勻電場中所受的力與運動軌跡。	
13-3 電位能、電位與電位差	(a) 電位、電位差、電位能。 (b) 帶電平行板間形成的電場及電位差。	

14. 電流的磁效應

測試項目	主要內容	備註
14-1 電流的磁效應	(a) 必歐-沙伐定律及安培右手定則。	●實驗八、電流天平。
14-2 載流導線的磁場	(a) 長直導線及圓線圈電流所產生的磁場。 (b) 長螺線管電流會在螺線管內部產生相當均勻的磁場。	
14-3 載流導線在磁場中所受的力及其應用	(a) 載流導線在均勻磁場中所受的作用力及其應用。 (b) 載流平行導線間的作用力。 (c) 電動機的原理。	
14-4 帶電質點在磁場中的運動及其應用	(a) 帶電粒子在磁場中運動所受到的作用力。 (b) 帶電粒子在均勻磁場中的運動及其應用。	

15. 電磁感應

測試項目	主要內容	備註
15-1 法拉第電磁感應定律與感應電動勢	(a) 法拉第感應定律。 (b) 藉由電磁感應現象，說明電與磁是不可分割的，因此科學家把電場以及磁場統稱為電磁場。 (c) 感應電動勢和磁通量變化的關係。	
15-2 冷次定律	(a) 冷次定律 (b) 冷次定律是能量守恆的表現。	
15-3 電場變化所感應的磁效應	(a) 隨時間改變的電場也會在其周遭感應出磁場。	●不涉及位移電流
15-4 發電機、變壓器與交流電	(a) 交流發電機及變壓器的基本原理。	
15-5 電與磁的統整	(a) 馬克士威把電磁場所遵守的定律統整成一組方程式。 (b) 電磁感應 (c) 電磁場可以在空間中傳播，從而形成電磁波。 (d) 馬克士威的方程式可以預測電磁波的存在。	●不涉及馬克士威方程式形式。 ●15-5 項次(c)、(d)僅涉及電磁場的交互感應及傳播。
15-5 電磁波與光速	(a) 電磁波之產生和傳播。 (b) 馬克士威經由理論計算，發現電磁波的速度與實驗上測出的光速相同，因此推論光是一種電磁波，後來也得到實驗證實。 (c) 電磁波在真空中的傳播速率可以透過電磁學定律完全決定，此速率與頻率沒有關係。 (d) 平面電磁波的電場、磁場以及傳播方向之關係。 (e) 電磁波的偏振現象。 (f) 電磁波譜及在日常生活中的應用。 (g) 電磁波之應用。 (h) 光的都卜勒效應。	●實驗九、認識電磁波 ●項次(b)不涉及數學推導 ●項次(c)不涉及狹義相對論

16. 電路

測試項目	主要內容	備註
16-1 電動勢與電流	(a) 電動勢與電流的意義	●實驗十、歐姆定律與電路 ●16-2 項次(b)、(c) 不涉及複雜電路分析
16-2 電阻與歐姆定律	(a) 電阻及電阻率。 (b) 電阻的串、並聯及迴路。 (c) 電路中的能量守恆及電量守恆。 (d) 電阻及溫度的關係。	
16-3 電流的熱效應及電功率	(a) 電流、電動勢和能量的關係。	

17. 量子現象

測試項目	主要內容	備註
17-1 電子的發現	(a) 湯木生陰極射線管及電子荷質比實驗。 (b) 密立坎油滴實驗。	●實驗十一、電子的荷質比
17-2 X-射線	(a) X-射線的產生及其性質。 (b) 晶體的 X-射線繞射與 X-射線的應用。	
17-3 量子論的發現	(a) 牛頓運動定律在微觀(原子)尺度下並不適用，此時適用之理論稱為量子論。 (b) 黑體輻射的性質及普朗克的量子論解釋。 (c) 光電效應及愛因斯坦光量子論。	
17-4 光電效應	(a) 光電效應，說明光具有粒子性。 (b) $E=hf$ ，光子能量 E 與其頻率 f 成正比。 (c) 光電效應在日常生活中的應用。	
17-5 原子模型	(a) 拉塞福的原子模型。 (b) 氫原子光譜及波耳的氫原子模型。	
17-6 原子光譜	(a) 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，科學家可以推論此物體的組成成分。 (b) 原子外圍的電子只能具有特定的能量，稱之為能階。 (c) 電子可以經由吸收或發射特定能量(頻率)之光子，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。	

測試項目	主要內容	備註
17-7 物質波	(a) 德布羅意物質波的提出及證實。 (b) 物質波可形成駐波，及其和原子模型的關係。 (c) 光以及傳統上所認知的物質都具有波與粒子的二象性。 (d) 光子與電子以及所有微觀粒子都具有波粒二象性。	
17-8 粒子的波動性	(a) 粒子的波動性：電子的雙狹縫干涉現象 (b) 電子具有波動性。	
17-9 原子核	(a) 原子核的組成。 (b) 原子核的衰變及其放射性。	
17-10 守恆律	(a) 將動量守恆、角動量守恆、電荷守恆、質能守恆做綜合陳述。	

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」分區諮詢會議

分科測驗

化學考科考試說明（草案）

— 111 學年度起適用 —

大學入學考試中心

中華民國 108 年 7 月

本考試說明僅提供分區諮詢會議使用，後續仍會進行調整修訂，並非大考中心最終確定版本。關於 111 學年度起適用之大學入學考試說明，請以本中心未來正式公告之版本為準。

分科測驗化學考科考試說明（草案）

目 錄

前言	化-1
壹、測驗目標	化-1
貳、測驗內容	化-2
參、試題舉例	化-3
附件、分科測驗化學考科測驗內容	化-30

分科測驗

化學考科考試說明（草案）

前言

111 學年度開始，「分科測驗化學考科」將依據 108 學年度實施之「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域（簡稱自然領綱）」命題。本考試說明即針對 108 課綱實施後的分科測驗化學考科，說明命題方向與 108 課綱的關係，俾使學生準備考試有所參考。本說明分成幾個重點，分別是測驗目標、試題舉例、分科測驗化學考科測驗內容（附件一）。

壹、測驗目標

就測驗目標而言，是希望藉由不同的評量方式，測量出考生的學習成果。配合 108 課綱，化學科的測驗目標包括的學習成果為：知識與概念、推理思考的能力、探究能力、實驗或實作技能、應用化學知識以及與他人溝通的能力、態度、興趣與鑑賞等。從化學科的角度而言，是希望能夠測驗高中生下列四項在化學方面的學習成果：

1. 基本知識與概念
2. 實驗技能與探究能力
3. 推理與思考能力
4. 應用知識的能力

分科測驗考試化學考科的測驗目標及細目如下：

一、測驗考生的基本化學知識與概念

- 1a. 基本的化學名詞、定義及現象
- 1b. 基本的化學規則、學說及定律

二、測驗考生的實驗技能與探究能力

- 2a. 化學實驗操作程序的認識
- 2b. 化學實驗數據的解釋
- 2c. 化學實驗結果的推論與分析
- 2d. 化學實驗設計與假說關係的驗證

三、測驗考生的推理與思考能力

- 3a. 理解化學資料的能力
- 3b. 分析化學資料的能力
- 3c. 綜合與評價化學資料的能力

四、測驗考生應用化學知識的能力

4a.瞭解化學與生活情境的關係

4b.瞭解化學與其他學科的關係

貳、測驗內容

一、測驗範圍

分科測驗化學考科的測驗內容，是將化學課程綱要中所列之概念內容加以整合，涵蓋物質的組成與特性（A）、能量的形式、轉換及流動（B）、物質的結構與功能（C）、物質系統（E）、物質的反應、平衡及製造（J）、科學、科技、社會及人文（M）、資源與永續發展（N）七大主題以及涵蓋在七大主題的實驗課程，如表一所示。

分科測驗化學考科的考試範圍包括普通高級中學「必修化學」與加深加廣「選修化學」，課程包括：物質與能量、物質構造與反應速率、化學反應與平衡一、化學反應與平衡二、有機化學與應用科技及相關實驗。本中心所研擬的分科測驗化學考科的測驗內容，包括 108 課綱化學科的「必修化學」與加深加廣「選修化學」及相關實驗內容。

表一、各主題與次主題

主題	次主題
物質的組成與特性（A）	物質組成與元素的週期性（Aa）
	物質的形態、性質及分類（Ab）
能量的形式、轉換及流動（B）	能量的形式與轉換（Ba）
物質的結構與功能（C）	物質的分離與鑑定（Ca）
	物質的結構與功能（Cb）
物質系統（E）	氣體（Ec）
物質的反應、平衡及製造（J）	物質反應規律（Ja）
	水溶液中的變化（Jb）
	氧化與還原反應（Jc）
	酸鹼反應（Jd）
	化學反應速率與平衡（Je）
	有機化合物的性質、製備及反應（Jf）
科學、科技、社會及人文（M）	科學、技術及社會的互動關係（Ma）
	科學發展的歷史（Mb）
	科學在生活中的應用（Mc）
	環境汙染與防治（Me）
資源與永續發展（N）	永續發展與資源的利用（Na）
	能源的開發與利用（Nc）

二、題型與配分

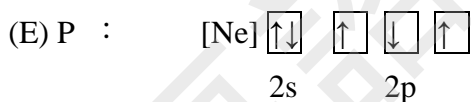
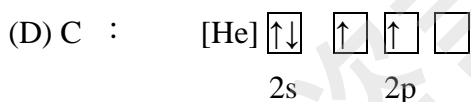
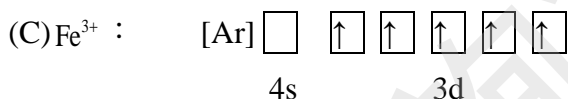
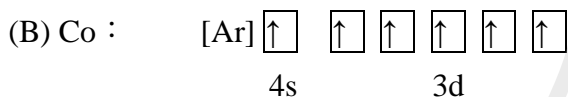
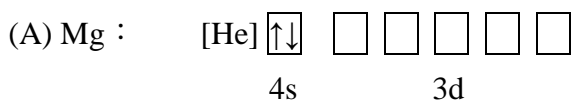
111 學年度起分科測驗化學考科的試卷架構，共分為三部分，第壹部分為選擇題型，約占 70%；第貳部分為混合題型（兼含選擇與非選擇題），第參部分非選擇題型，二者合計約占 30%，滿分 100 分。

參、試題舉例

一、測驗考生的基本化學知識與概念

例 1.

電子組態是原子或離子中之電子在軌域的排列狀態，下列原子或離子的基態電子組態，哪些正確？



（改寫自 107 學年度指考）

參考答案：CD

測驗目標：1b.基本的化學規則、學說及定律

測驗內容：選修化學 物質組成與元素的週期性 CAa-Va-4 原子的電子組態的填入規則，包括包立不相容原理、洪德定則及遞建原理。

說明：

本題測驗考生對於電子組態規則的瞭解程度。基態的電子組態要符合遞建原理、洪德定則與包立不相容原理等三個原則。

1. 各選項說明如下：

(A) Mg 的電子數為 12，其電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ，可寫成 $[\text{Ne}]3s^2$ ，基態的鎂原子並非為 $[\text{He}]4s^2$ 。錯誤選項。

(B) Co 的電子數為 27，其電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ ，故於 3d 軌域有 7 個電子而非 5 個電子。錯誤選項。

(C) Fe 的電子數為 26，其電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ ，當失去 3 個電子形成 Fe^{3+} 離子，優先失去 4s 軌域的 2 個電子，再失去 d 軌域的 1 個電子，故電子組態形成為 $[Ar]3d^5 4s^0$ 。正確選項。

(D) C 的電子數為 6，電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，故電子組態形成為 $[He]2s^2 2p^2$ 。正確選項。

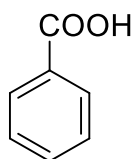
(E) P 的電子數為 15，其電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ ，且填入 p 軌域的 3 個電子具有相同自旋方向，待各軌域均有一個電子時，才允許自旋方向相反的電子進入而成對，才能符合洪德定則。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)(D)。

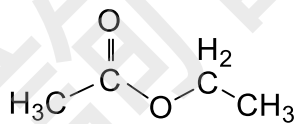
例 2.

甲至戊 5 種化合物的結構如下：

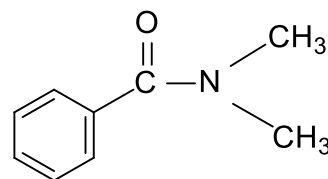
甲



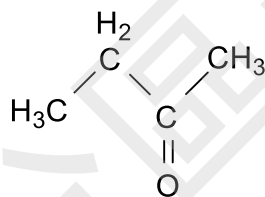
乙



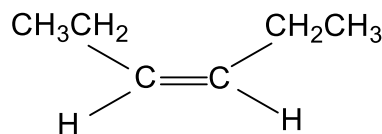
丙



丁



戊



下列有關這些化合物的敘述，哪些正確？

- (A) 甲可形成分子間氫鍵
- (B) 乙為乙酸乙酯
- (C) 甲、乙、丙和丁四者均具有碳氧雙鍵結構
- (D) 丁可與多倫試劑反應產生銀鏡
- (E) 戊可與 Br_2 反應生成 3-溴己烷

(改寫自 106 學年度指考)

參考答案：ABC

測驗目標：1a.基本的化學名詞、定義及現象

1b.基本的化學規則、學說及定律

測驗內容：選修化學 有機化合物的性質、製備及反應 CJf-Va-2 有機化合物的命名、結構及官能基的檢驗與其用途—煙、鹵化煙、醇、酚、醚、酮、醛、有機酸、酯、胺及醯胺。

說明：

本題測驗考生對有機物的結構、命名及其性質的瞭解。

1. 甲~戊之命名分別為：

(甲) 苯甲酸

(乙) 乙酸乙酯

(丙) *N,N*-二甲基苯甲醯胺

(丁) 2-丁酮

(戊) 順-3-己烯

2. 各選項說明如下：

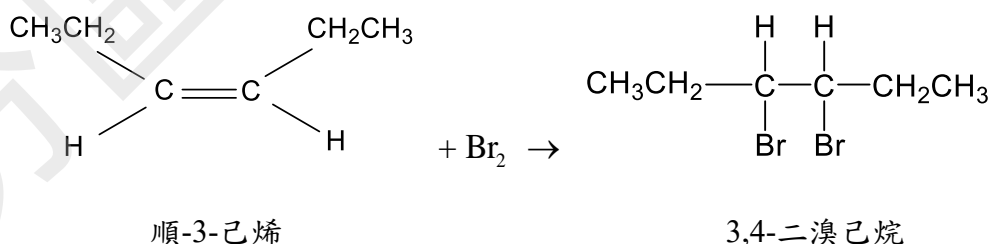
(A) 要形成分子間氫鍵，分子結構必須同時具有兩要素：一為具有與氮、氧、氟直接鍵結的氫，二為氮、氧、氟上要有孤對電子。甲為苯甲酸，同時具備上述兩要件，故可形成分子間氫鍵。正確選項。

(B) 乙為乙酸乙酯。正確選項。

(C) 碳氧雙鍵結構 ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$) 在醛、酮、羧酸、酯、醯胺……等有機化合物中均存在，故甲乙丙丁皆具有碳氧雙鍵結構。正確選項。

(D) 具有醛基 ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—H}$) 的有機物才可與多倫試劑反應，丁為酮類，不具有醛基，無法與多倫試劑反應。錯誤選項。

(E) 戊可與溴水反應生成 3,4-二溴己烷，反應式如下：



錯誤選項。

3. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)(B)(C)。

例 3.

「溶解度」的量測是一種可以簡易分辨固體化合物的方法。譬如廚房裡的鹽和糖在水中的溶解度就明顯不同，圖 1(甲)顯示鹽和糖在 100 克的水中溶解的克數隨溫度(°C)的變化；圖 1(乙)則顯示不同化合物在水中溶解度隨溫度的變化，其中 NaCl 即(甲)圖中的鹽。

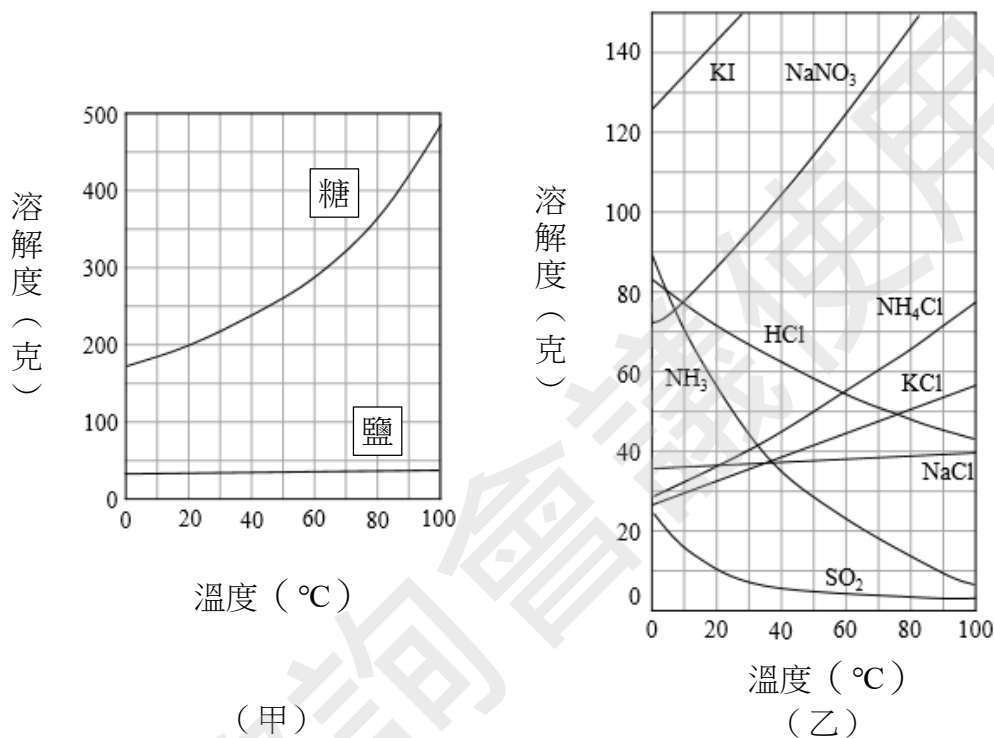


圖 1

依據圖 1 的實驗結果，下列敘述哪些正確？

- (A) 在 20°C 時，糖於水中的溶解度最大
- (B) 在沸水中時，鹽的溶解度是 20°C 水中的兩倍
- (C) 在 100°C 時，氣體於水中的溶解度都比固體小
- (D) 氣體在水中的溶解度，都隨溫度上升而下降
- (E) 在 50°C 時，三個燒杯各有 100 克水，分別溶解 35 克的 NaCl、KCl 和 NH₄Cl，降溫時會先析出 NaCl 結晶

(108 年研究用試卷)

參考答案：AD

測驗目標：1b. 基本的化學規則、學說及定律

3a. 理解化學資料的能力

測驗內容：必修化學 水溶液中的變化 CJb-Vc-2 定量說明物質在水中溶解的程度會受到水溫的影響。

說明：

本題測試考生理理解與分析實驗之圖表結果的能力，讓考生瞭解並推論基本的溶解度規則。

1. 各選項說明如下：

(A) 由（甲）圖可以查到 20°C 時，糖在水中的溶解度約 200 克，比（乙）圖各個化合物在 20°C 時的溶解度克數來得大。正確選項。

(B) 由（甲）、（乙）兩圖都可以看到 NaCl 的溶解度隨溫度變化很小，NaCl 在水中的溶解度 100°C 時約 40 克，20°C 時約 37 克。錯誤選項。

(C)（乙）圖的化合物中，HCl、NH₃ 和 SO₂ 三者為氣體，其他為固體。100°C 時 HCl 在水中的溶解度比 NaCl 大。錯誤選項。

(D)（乙）圖的化合物中，HCl、NH₃ 和 SO₂ 三者為氣體，由圖上的曲線判讀，此三氣體化合物的溶解度，都隨溫度上升而下降。正確選項。

(E) 由（乙）圖可以看到 NaCl、KCl 和 NH₄Cl 三個鹽類在水中的溶解度都隨溫度下降而下降。50°C 時 NaCl、KCl 和 NH₄Cl 在水中的溶解度都大於 35 克，都完全溶解。從（乙）圖上（50°C，35 克）這點平行 35 克的橫線往低溫方向走，最先碰到的是 KCl 曲線，表示降溫時 KCl 應該先析出。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)(D)。

例 4.

早期新北市金瓜石附近除了產金外亦發現銅礦。由銅礦石所得到的粗銅常混著金、銀、鋁、鐵、白金及鋅等金屬。粗銅的純度不高，不適合作為電線、電纜的材料，但可經由電解精煉以提高銅的純度。銅的電解精煉如同實驗室的電解電鍍，精煉時以硫酸銅溶液為電解液，以純銅（精銅）與粗銅分別為兩電極，經通電一段時間後，純銅上的銅增多，同時其中一電極的下方會有金屬泥堆積。下列有關電解精煉銅的敘述，哪一選項正確？

(A) 以粗銅為陰極，精銅為陽極

(B) 金屬泥中含有銅

(C) 金屬泥中含有白金

(D) 金屬泥位於陰極下方

(E) 電解液可以改為硫酸銀溶液

（改寫自 107 學年度指考）

參考答案：C

測驗目標：1a. 基本的化學名詞、定義及現象

3a. 理解化學資料的能力

測驗內容：選修化學 氧化與還原反應 CJc-Va-8 電解與電鍍的原理。

說明：

本題測驗考生對粗銅精煉（電解電鍍）的瞭解程度。

1. 各項敘述分析如下：

(A) 進行粗銅精煉時，應以粗銅作為陽極，連接電源的正極；以精銅作為陰極，連接電源的負極。錯誤選項。

(B) 已知金屬離子化趨勢為： $\text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag} > \text{Pt} > \text{Au}$ ，在電解時，若粗銅端的電壓可使銅氧化，則粗銅中所含的銅會逐漸被氧化成銅離子而溶於電解液中，故不沉降於金屬泥中。錯誤選項。

(C) 粗銅中所含的白金，因其活性小於銅較不易離子化，會於陽極下方形成金屬泥。正確選項。

(D) 活性小於銅較不易離子化的金屬，會於陽極處形成金屬泥。錯誤選項。

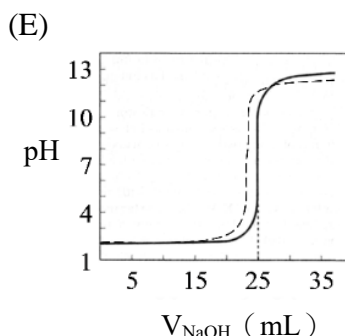
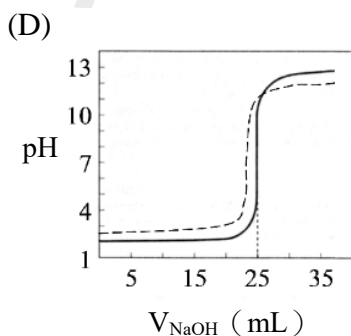
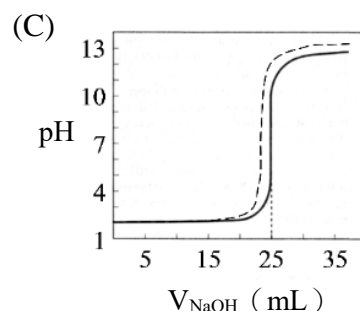
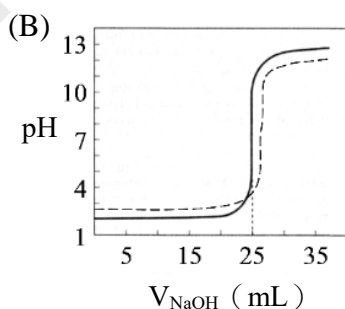
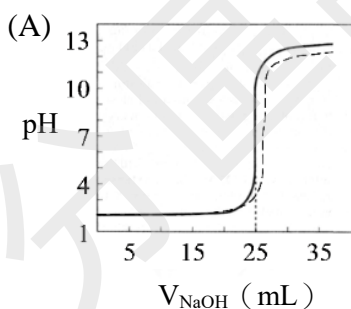
(E) 電解液若使用硫酸銀溶液，因銀離子較銅離子易還原，則銀離子會還原在精銅端產生銀析出，將會造成精銅的純度降低。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)。

二、測驗考生的基礎實驗技能

例 5.

酸鹼中和滴定是一種測量體積的定量分析法。在進行酸鹼滴定實驗前，需要清洗滴定管及相關玻璃器皿。為避免滴定液濃度的改變影響實驗結果，在滴定液填充於滴定管前，需要以滴定液潤洗滴定管。小明與小荷欲以相同的氫氧化鈉溶液滴定同體積、同濃度鹽酸溶液，然而在準備過程中，小荷跳過以氫氧化鈉滴定液潤洗滴定管的步驟，就逕行填充滴定液並進行酸鹼中和滴定。下列選項的滴定曲線圖中，實線代表小明滴定結果，虛線則代表小荷滴定結果。試問哪一個滴定圖較為合理？



（改寫自 106 學年度指考）

參考答案：A

測驗目標：2a.化學實驗操作程序的認識

2c.化學實驗結果的推論與分析

測驗內容：必修化學 酸鹼反應 CJD-Vc-4 $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ ，此數值可代表水溶液的酸鹼程度。

選修化學 酸鹼反應 CJD-Va-6 酸鹼滴定原理與定量分析。

說明：

本題測驗考生有關酸鹼中和滴定實驗的操作程序與結果推論。

1. 在進行酸鹼滴定實驗前，需要清洗滴定管及相關玻璃器皿。然而為避免滴定液濃度的稀釋影響實驗結果，在滴定液填充於滴定管前，需要以滴定液潤洗滴定管。
2. 滴定開始前：滴定曲線中，初始 pH 值與滴定液（氫氧化鈉溶液）無關，只與被滴定液（鹽酸）有關，故初始 pH 值不會隨滴定液的稀釋而變動，pH 值維持在 2.0。
3. 當量點前：進行滴定时，因操作者跳過以氫氧化鈉溶液潤洗滴定管的步驟，因此滴定管中的溶液濃度會被稀釋，故用其來滴定等量的鹽酸時，會消耗較多體積才會達到當量點。然而，稀釋的氫氧化鈉溶液濃度雖然降低，但仍為強鹼，與強酸滴定達當量點時，pH 值仍為 7.0 左右。
4. 當量點後：因被稀釋的氫氧化鈉溶液濃度較低，因此超過當量點後的 pH 值也會比原來略低。
5. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)。

例 6.

王同學與三位同班同學在「探究與實作」課後，想以「氣體的反應物與生成物的定量關係」作為探究的主題。在張老師的指導下，設計一個實驗。實驗過程如下：

- (1) 從管理室領取一塊含鈣的白色固體甲，先將其打碎後做一系列的測試。
- (2) 固體甲不溶於水，但溶於稀鹽酸，並產生一種無色氣體乙。
- (3) 氣體乙會使澄清的石灰水混濁，產生沉澱丙，繼續通入氣體乙，則溶液的濁度逐漸增高，達最高點後逐漸降低。
- (4) 為了研究氣體反應物乙與固體生成物丙的定量關係，同學們取了一個盛裝氣體乙的鋼瓶，在 20°C 以及 795 毫米汞柱的壓力下，經過氣體計量器，徐徐把氣體乙連續通入 5 升的澄清石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中，則見溶液逐漸變渾濁。
- (5) 在通入氣體乙的過程中，每通入 20 毫升氣體，就測量溶液的濁度並換算成沉澱丙的質量 W ，得表 1。

表 1

測量序數	1	2	3	4	5	6	7	8
氣體乙的體積 V (mL)	20	40	60	80	100	120	140	160
沉澱丙的質量 W (mg)	87	175	260	350	370	280	190	105

根據實驗結果回答下列問題。(共10分)

1. 在答案卷作圖區的方格紙上，以自變數為 X 軸，描繪 V 與 W 的關係圖。(4分)
2. 試從所繪圖上，找出濁度最高(亦沉澱量 W 最多)時，通入氣體的毫升數。(2分)
3. 寫出固體甲與稀鹽酸反應產生氣體乙的平衡化學反應式。(2分)
4. 為什麼通入氣體乙於澄清的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液，溶液的濁度逐漸增高？(2分)

(改寫自 106 學年度指考)

參考答案：1. 如下圖所示

2. 約 93 毫升



4. 生成碳酸鈣沉澱

測驗目標：2a.化學實驗操作程序的認識

2b.化學實驗數據的解釋

2c.化學實驗結果的推論與分析

測驗內容：選修化學 科學在生活中的應用 CMc-Va-4 常見非金屬與重要的化合物之製備、性質及用途。

探究與實作 論證與建模

說明：

本題測驗考生將實驗數據作圖、推論數據因果關係、撰寫化學反應式、判斷實驗條件的能力。

【第 1 小題】

當變數 X 的值確定後，變數 Y 的值才可以被確定，因此變數 X 稱為自變數，變數 Y 稱為應變數。進行實驗操作時，自變數可視為操縱變因，應變數可視為應變變因。依題意，自變數(X 軸)為通入的氣體乙體積，應變數(Y 軸)為產生的沉澱丙質量，繪圖如圖所示：

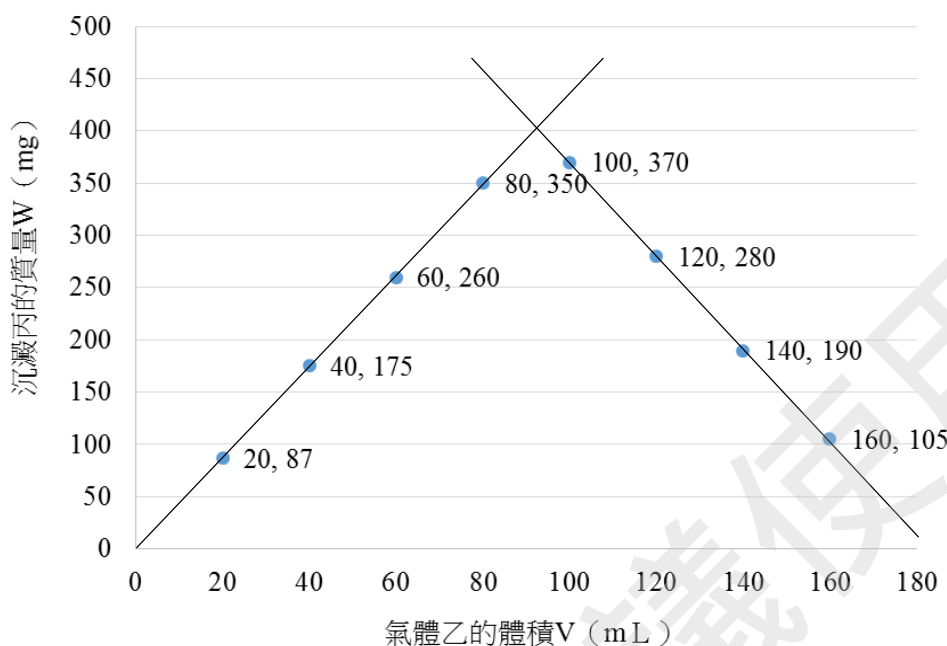


圖 2

【第 2 小題】

觀察第 1 小題作圖中，可看出測量序數 1~4 的數據呈線性遞增的關係，而測量序數 5~8 的數據呈線性遞減的關係，表示隨著通入的氣體乙愈多，產生的沉澱丙會有先增後減的現象，故沉澱丙的質量會有一最大值。延伸趨勢線，發現兩線約莫交會在點 $(X, Y) = (93, 400)$ 的位置，代表通入的氣體乙體積為 93 毫升時，產生的沉澱丙質量最大，此時濁度最高。

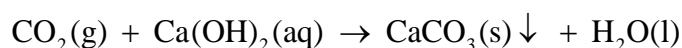
【第 3 小題】

固體甲含鈣且難溶於水，可溶於稀酸並產生無色氣體乙，而氣體乙可使澄清石灰水混濁，但通入過量氣體乙又可使石灰水變澄清，此過程敘述可聯想到製備暫時硬水的實驗，即將二氧化碳持續通入定量石灰水，產生沉澱後沉澱又消失，立即停止通入二氧化碳，即可得成分為碳酸氫鈣的暫時硬水。因此，可推測固體甲為碳酸鈣，碳酸鈣難溶於水，但可溶於稀酸並產生二氧化碳，氣體乙即為二氧化碳。化學反應式為：



【第 4 小題】

將氣體乙通入澄清的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液，會產生難溶於水的碳酸鈣沉澱，故濁度會升高。化學反應式為：



例 7.

「再結晶」是純化固體物質常用的技術，我們食用的精鹽就是利用「再結晶」技術從粗鹽中純化而得。實驗步驟通常是利用加熱把固體物質完全溶解於溶劑中，待冷卻後，純物質形成結晶沉澱出來，而雜質仍然溶在溶液中；再過濾把固體與液體分開，就可以得到純化的固體結晶。楊同學利用「再結晶」技術純化某化合物，其步驟如下：楊同學把 0.25 克的不純樣品粉末倒入裝有 20 毫升溶劑的 100 毫升錐型瓶中，加上軟木塞，在 80°C 下加熱並攪拌十分鐘後，把錐形瓶移到室溫下自然冷卻一天，就可以得到純化的晶型沉澱物。他利用電子顯微鏡觀察所得結晶，發現晶型沉澱物都是棒狀單晶，而且使用不同比例的醇和水之混合溶劑，可以得到不同大小的單晶。他也發現在不同的溶劑中，沉澱物出現越快的溶劑中，所得的棒狀單晶越小且長度越短，此棒狀單晶的長度與醇和水之混合比例關係如圖 3 所示：

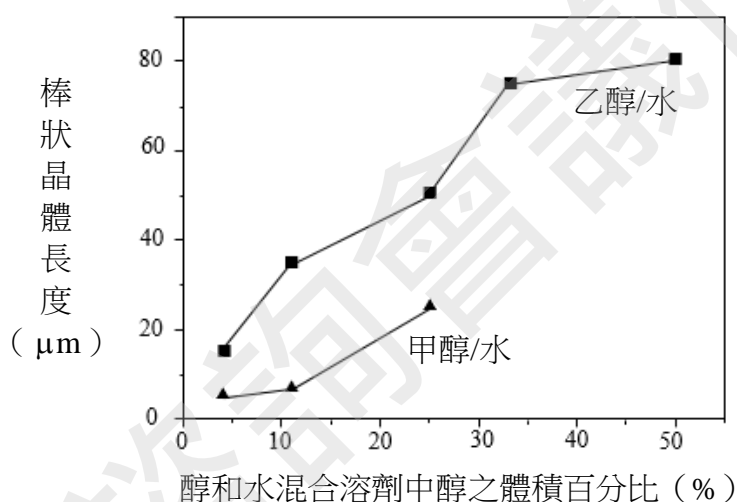


圖 3

依據上述實驗結果，下列敘述哪些為正確？

- (A) 溶劑中水的含量越高，所得的棒狀單晶越長
- (B) 結晶的顆粒越小表示化合物在溶劑中的溶解度較小，結晶速率較快
- (C) 室溫下該樣品在三種溶劑化合物中的溶解度應是水 < 甲醇 < 乙醇
- (D) 此實驗若用純水做溶劑，所得的棒狀單晶長度應該會小於 10 μm
- (E) 若改用 100% 乙醇為溶劑，所得的棒狀單晶長度應該介於 60~80 μm

(108 年研究用試卷)

參考答案：BCD

測驗目標：2b.化學實驗數據的解釋

2c.化學實驗結果的推論與分析

測驗內容：必修化學 水溶液中的變化 C**J**b-Vc-1 溶液的種類與特性。

探究與實作 論證與建模

說明：

本題測試考生依據再結晶實驗的操作程序與實驗結果對溶解度與結晶關係之瞭解。

1. 各選項說明如下：

- (A) 由圖 3 的曲線判讀醇在溶劑中之體積百分比越高，所得棒狀單晶的長度越長，意即溶劑中水的含量越低，所得的棒狀單晶越長。錯誤選項。
- (B) 沉澱物出現越快表示樣品粉末在此溶劑中的溶解度越小，而題目亦敘述沉澱物出現越快，所得的棒狀單晶越小。正確選項。
- (C) 由圖 3 的曲線判讀，當醇類的體積百分比愈高時，所得到的棒狀晶體長度愈長，而且，於相同體積百分比的醇/水溶劑中，使用乙醇所得的晶體長度大於甲醇。故可以推論此樣品較易溶於乙醇，其次是甲醇，最難溶於水。正確選項。
- (D) 由圖 3 上的兩條曲線外插到橫軸的零點時，應該相交於同一點（純水），發現縱軸截點都低於 $10\ \mu\text{m}$ 。正確選項。
- (E) 由圖 3 的曲線判讀乙醇在溶劑中之體積百分比為 50% 的溶劑中，可得到棒狀單晶的長度約 $80\ \mu\text{m}$ 。而且，乙醇在溶劑中之體積百分比越高，所得棒狀單晶的長度越長。推測在 100% 乙醇溶劑中，棒狀單晶長度應該大於 $80\ \mu\text{m}$ 。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(B)(C)(D)。

例 8.

表 4 為碘鐘實驗所需要的試劑濃度及取量和實驗紀錄，其中 NaCl 與 K_2SO_4 溶液並不參與反應，其功能為維持離子濃度固定，已知過硫酸根離子 ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) 與碘離子 (I^-) 反應形成 SO_4^{2-} 及 I_2 ，硫代硫酸根離子 ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) 會與 I_2 反應形成四硫磺酸根離子 ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$) 和碘離子 (I^-)。

表4

	A	B	C	D	E	F	
編號	0.2 M NaI (mL)	0.2 M NaCl (mL)	0.005 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	2% 澱粉 (mL)	0.1 M K_2SO_4 (mL)	0.1 M $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (mL)	反應變 色時間 (sec)
1	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	50.0
2	2.0	2.0	1.0	1.0	0	4.0	24.8
3	4.0	0	1.0	1.0	2.0	2.0	25.0

實驗方法描述如下：

- (1) 先將 A、B、D、E 四液混合
- (2) 接續添加 C 後，迅速添加 F 溶液並開始計時

溶液會在一段時間內保持無色狀態，而後轉變成藍黑色溶液。由混合到變色的這段時間可被精確計時，變色時間長短則將受反應物濃度及溫度等因素之影響。試回答下列問題：

1. 進行碘鐘實驗時，需使用以下的（甲）、（乙）兩種實驗器材，試說明器材名稱與用途？（4分）



（甲）



（乙）

2. 上表中之「反應變色時間」由哪一個反應物消耗完畢所決定？（2分）
3. 若已知碘鐘反應之速率定律式為 $\text{rate} = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m[\text{I}^-]^n$ ，請依上表數據列式計算求出反應之總反應級數？（4分）

（108年研究用試卷）

參考答案：1. （甲）定量瓶、容量瓶、量瓶：精準製備反應溶液
（國家教育研究院「化學術語」名詞公告為定量瓶、容量瓶；「物理化學儀器設備」名詞公告為量瓶。）

（乙）刻度吸管/（分度）吸量管：精準取出實驗所需之溶液體積

2. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ （硫代硫酸鈉）

3. $r = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^1[\text{I}^-]^1$ ，反應總級數 $m+n=2$

測驗目標：2a.化學實驗操作程序的認識

2b.化學實驗數據的解釋

2c.化學實驗結果的推論與分析

測驗內容：選修化學 化學反應速率與平衡 CJe-Va-1 反應速率定律式。

探究與實作 規劃與研究

說明：

本題測驗考生對實驗技術與器材瞭解，並應用於反應級數之計算。

【第 1 小題】

(甲) 定量瓶、容量瓶、量瓶：精準製備反應溶液

(乙) 刻度吸管/(分度)吸量管：精準取出實驗所需之溶液體積

【第 2 小題】

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (硫代硫酸鈉)

反應速率 (rate) 為單位時間 (Δt) 內特定反應物種的消耗量或生成量。本實驗的設計中，特定反應物種為限量的硫代硫酸根，亦即以限量的硫代硫酸根作為計時劑。其可與反應產物之一的碘分子作用 ($2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 與 I_2 反應的速率極快，可以在混合的剎那間即完成，所以反應式為 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$ 所生成的 I_2 可以立刻被 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 作用掉再產生 I^- 。事實上可以視為有 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 存在， I_2 不會存在，一旦 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 消耗完時， I_2 與 I^- 形成 I_3^- ， I_3^- 就會與原先放入反應液中的澱粉指示劑生成藍黑色錯合物，是而當硫代硫酸根消耗殆盡時變色，因此

$$\text{反應速率} = \frac{\text{硫代硫酸根變化量}}{\text{變色時間}}$$

本實驗固定了硫代硫酸根變化量，因此不同次實驗的反應速率比值相當於變色時間倒數之比值。由於本實驗使用的硫代硫酸根之劑量相對於 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 與 I_2 極低，所測得之反應速率為反應的初始速率。

【第 3 小題】

$$r = k [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m [\text{I}^-]^n$$

$$r_1 = k(0.1 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n$$

$$r_2 = k(0.1 \text{ M} \times 4.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n$$

$$r_3 = k(0.1 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 4.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{50.0}{24.8} = 2 = \frac{k(0.1 \text{ M} \times 4.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n}{k(0.1 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n} = 2^m$$

依上式 $m=1$

$$\frac{r_3}{r_1} = \frac{50.0}{25.0} = 2 = \frac{k(0.1 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 4.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n}{k(0.1 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^m (0.2 \text{ M} \times 2.0 \text{ mL} / 10.0 \text{ mL})^n} = 2^n$$

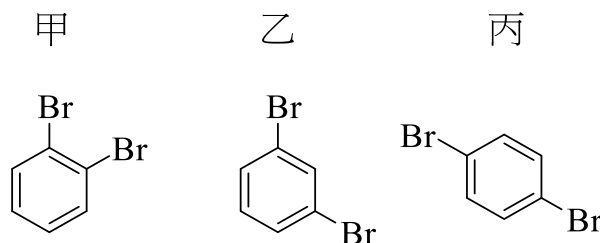
依上式 $n=1$

反應總級數 $m + n = 2$

三、測驗考生的推理與思考能力

例 9.

二溴苯具有下列三種異構物：



為了區別這三種異構物，可將此三種化合物進行溴化反應，並鑑定所得之三溴苯所具有的異構物多寡。試問下列各化合物所能得到的三溴苯異構物數目，何者正確？

- (A)甲：1；乙：2；丙：3
 (B)甲：3；乙：2；丙：1
 (C)甲：2；乙：3；丙：1
 (D)甲：2；乙：1；丙：3
 (E)甲：1；乙：3；丙：2

(108 年研究用試卷)

參考答案：C

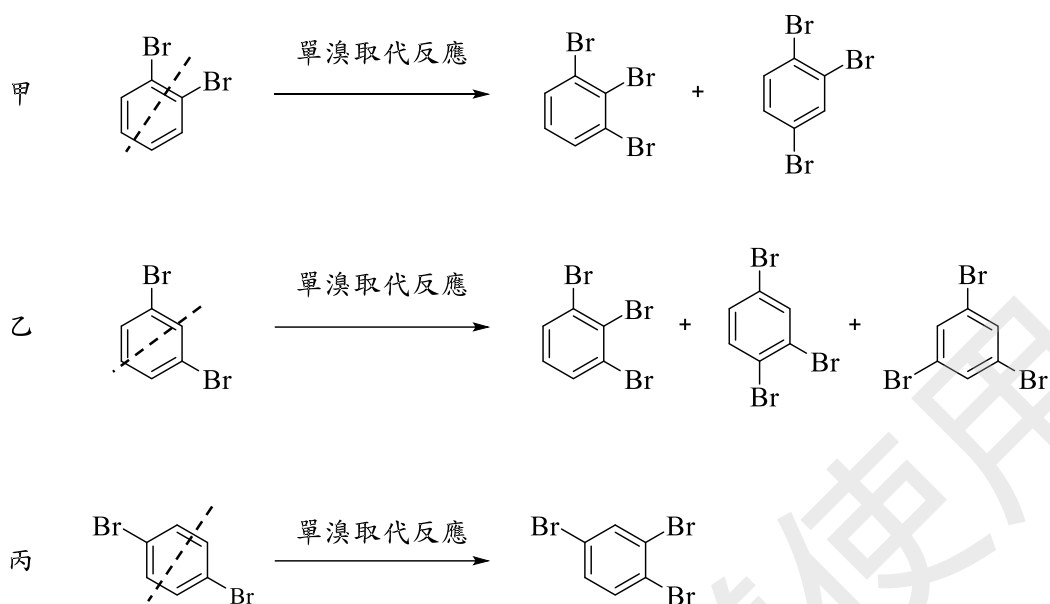
測驗目標：3b.分析化學資料的能力

測驗內容：選修化學 物質的結構與功能 CCb-Va-1 同分異構物的結構與功能。

說明：

本題屬於有機結構判定的範疇，測試考生對苯的結構及其衍生物結構之理解。

1. 本題首先必須對苯的結構有基礎的瞭解，知道其中的三個雙鍵因共振導致具有特殊的對稱性。
2. 化合物甲雖有四個可被取代的氫，但因對稱性的存在，實際上只有兩種不同環境的氫，因此只會得到兩種三溴苯異構物；化合物乙則有三種不同的氫，可得到三種三溴苯異構物；化合物丙的對稱性使得四個氫都是對等的，僅能得到一種三溴苯異構物，如下圖所示。



3. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)。

例 10.

王同學以排水集氣法做收集氧氣的實驗。當收集氧氣到達如圖 4 之(甲)所示的程度時，隨即停止收集，並將收集瓶向上拉升如圖 4 之(乙)所示，使得 $h_3 + h_4$ 大於 $h_1 + h_2$ 。

若根據上述實驗，則下列哪一敘述正確？（假設大氣壓力為一大氣壓，溫度為 25°C ）

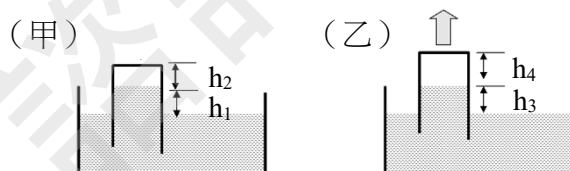


圖 4

- (A) h_1 等於 h_3
 (B) h_2 大於 h_4
 (C) 拉升後，收集瓶內水的蒸氣壓不變
 (D) 拉升前後，收集瓶內的氣態水分子數目維持不變
 (E) (收集瓶內的氧氣壓力) 加上 (液柱高度壓力)，其總和恰等於一大氣壓

(改寫自 106 學年度指考)

參考答案：C

測驗目標：3c.綜合與評價化學資料的能力

測驗內容：選修化學 氣體 CEC-Va-3 理想氣體三大定律與理想氣體方程式。

CEC-Va-4 道耳頓分壓定律。

說明：

本題測驗考生對排水集氣法的實驗現象、道耳頓分壓定律及飽和蒸氣壓相關概念的瞭解。使用排水集氣法收集氧氣，若集氣瓶內水面較瓶外高，則集氣瓶內、外的壓力關係為：

$$\text{瓶外大氣壓} = \text{瓶內氧氣壓力} + \text{飽和水蒸氣壓} + \text{液面差壓} \cdots \cdots (1)$$

本題假設瓶外大氣壓為一大氣壓，利用式(1)之觀念，分別列出圖(甲)與圖(乙)中之壓力關係：

$$\text{圖(甲)中, } 1 \text{ atm} = P_{\text{O}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} + h_1 \Rightarrow P_{\text{O}_2} + h_1 = 1 \text{ atm} - P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ}$$

$$\text{圖(乙)中, } 1 \text{ atm} = P'_{\text{O}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} + h_3 \Rightarrow P'_{\text{O}_2} + h_3 = 1 \text{ atm} - P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ}$$

$$\text{因定溫時, 飽和水蒸氣壓 } (P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ}) \text{ 為定值, 故 } P_{\text{O}_2} + h_1 = P'_{\text{O}_2} + h_3 \cdots \cdots (2)$$

1. 各選項說明如下：

(A) 觀察圖(甲)與圖(乙)，知 $h_2 < h_4$ ，代表集氣瓶內氧氣的體積大小為圖(甲) <

圖(乙)，已知定溫定量的氣體其體積與壓力成反比，因此圖(甲)中氧氣的壓力會大於圖(乙)中氧氣的壓力，即

$$P_{\text{O}_2} > P'_{\text{O}_2} \cdots \cdots (3)$$

綜合式(2)、式(3)，得 $h_1 < h_3$ 。錯誤選項。

(B) 觀察圖(甲)與圖(乙)，知 $h_2 < h_4$ 。錯誤選項。

(C) 飽和水蒸氣壓 ($P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ}$) 不受容器體積、形狀、液相量多寡而影響，只要是定溫且液、氣共存的平衡狀態，飽和水蒸氣壓恆為定值，故拉升前後，集氣瓶內的飽和水蒸氣壓力 ($P_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ}$) 不變。正確選項。

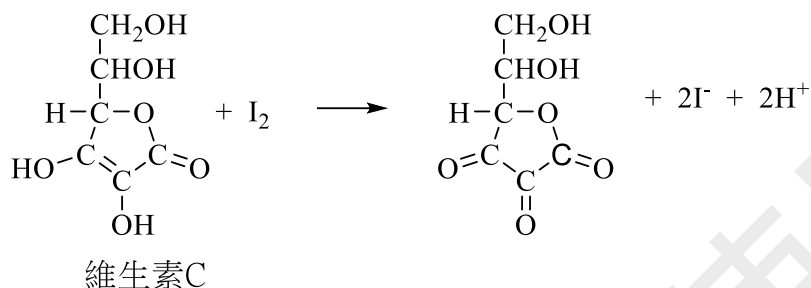
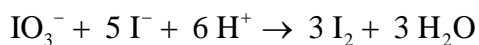
(D) 由於 $h_2 < h_4$ ，因此 h_2 拉升成 h_4 時，體積變大，集氣瓶內的液態水會再揮發成水蒸氣，方可維持飽和水蒸氣壓為定值（因為定溫定壓下，氣體之體積與莫耳數成正比，體積變大，氣體莫耳數也會增加），故拉升後，集氣瓶內的氣態水分子數目會增多。錯誤選項。

(E) (收集瓶內的氧氣壓力) 加上 (液柱高度壓力) 加上 (飽和水蒸氣壓)，其總和方等於一大氣壓。答案錯誤。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)。

例 11.

王同學利用下列氧化還原反應，測定維他命 C 片中的維生素 C 含量。



將一市售維他命 C 片溶於 50 毫升蒸餾水，接著加入 2 毫升的 1 M NaI 水溶液，2 毫升的 1 M HCl 水溶液，和 2 毫升的 2% 澱粉水溶液，並以 0.025 M KIO_3 水溶液滴定至剛好呈藍黑色。若達滴定終點使用了 20.0 毫升 KIO_3 水溶液，則此維他命 C 片中含的維生素 C，最接近下列哪一數值（毫克）？（已知維生素 C 的分子量 = 176）

- (A) 88 (B) 176 (C) 264 (D) 352 (E) 528

（108 年研究用試卷）

參考答案：C

測驗目標：3b. 分析化學資料的能力

3c. 綜合與評價化學資料的能力

測驗內容：選修化學 化學反應與平衡二 CJc-Va-4 氧化還原滴定原理與定量分析。

說明：

本題測試考生在提供化學反應式的前提下，依照題幹敘述之實驗方法描述，理解此氧化還原滴定的原理，並能掌握化學計量的基本計算。

1. 此氧化還原滴定的原理乃使用碘酸根將碘離子氧化成碘分子，而碘分子則被維生素 C 還原成碘離子，當維生素 C 用盡時， I_2 與 I^- 形成 I_3^- ， I_3^- 就會與原先放入反應液中的澱粉指示劑，生成藍黑色錯合物。

2. 就計量而言，1 莫耳碘酸根可產生 3 莫耳碘分子，而 3 莫耳碘分子消耗 3 莫耳維生素 C。濃度為 0.025 M 的滴定液用量為 20.0 毫升，其中含有的 IO_3^- 量為

$$0.025 \text{ M} \times 20.0 \text{ mL} = 0.50 \text{ mmol}$$

會消耗 $0.50 \text{ mmol} \times 3 = 1.5 \text{ mmol}$ 維生素 C，其質量為

$$1.5 \text{ mmol} \times 176 \text{ g/mol} = 264 \text{ mg}$$

3. 綜合上述分析和計算，本題正確答案為(C)。

例 12.

甲醛是室內常見的揮發性有機物，其主要來源為裝修建材及傢俱。人體若長時間接觸到甲醛，可能造成皮膚或呼吸道感染，甚至有致癌的危險。科學家正在開發常溫下能氧化分解甲醛的觸媒物質，某些科學家把二氧化錳負載在一個二氧化矽骨架的孔洞材料後，在空氣中經過不同溫度加熱（通常稱為煨燒），所得到的觸媒，再測量其對甲醛氧化分解的效率，其反應示意圖如圖 5。

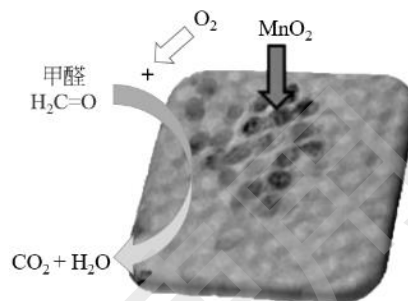


圖 5

針對不同二氧化錳負載量以及經過不同煨燒溫度所得的觸媒，測量其在不同反應溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）對甲醛轉化的莫耳百分比作圖，並與 0.5% Pt 負載 TiO_2 的觸媒作比較，結果如圖 6 與圖 7 所示。

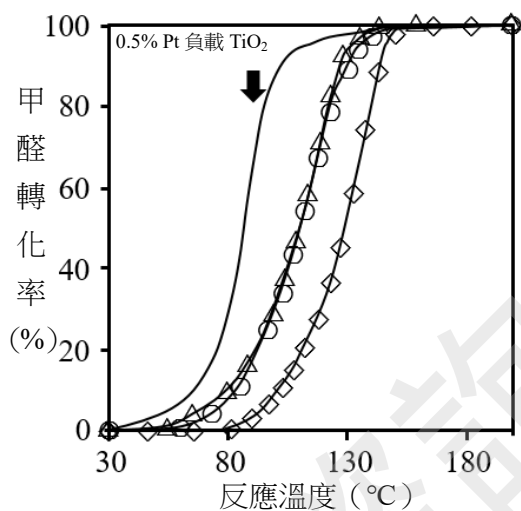


圖 6

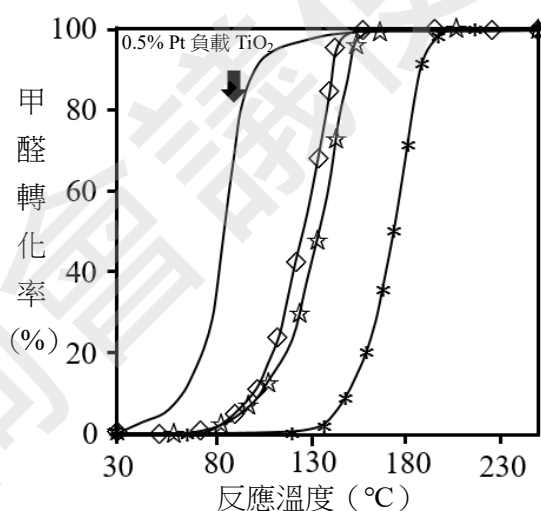


圖 7

- (◇) 15% 二氧化錳負載量/200 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度
- (△) 30% 二氧化錳負載量/200 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度
- (○) 40% 二氧化錳負載量/200 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度
- (☆) 15% 二氧化錳負載量/400 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度
- (*) 15% 二氧化錳負載量/600 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度

依據上述實驗結果，試判斷下列敘述哪些正確？

- (A) 在 200 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度所得的觸媒，比較 15% 與 30% 二氧化錳負載量，前者的甲醛分解效率較差
- (B) 當固定 15% 二氧化錳負載量時，煨燒溫度越低所得的觸媒，對甲醛的分解效率越好
- (C) 使用 15% 二氧化錳負載量且煨燒溫度為 200 $^{\circ}\text{C}$ 所得的觸媒，在 130 $^{\circ}\text{C}$ 的反應溫度下，可以完全分解甲醛
- (D) 二氧化錳負載孔洞材料中，對甲醛分解表現最好者，是 15% 二氧化錳負載量與 600 $^{\circ}\text{C}$ 煨燒溫度所得的觸媒
- (E) 與 0.5% Pt 負載 TiO_2 的觸媒比較，此實驗所使用之二氧化錳負載孔洞材料對甲醛的分解效率較佳

(108 年研究用試卷)

參考答案：AB

測驗目標：3a.理解化學資料的能力

3b.分析化學資料的能力

測驗內容：必修化學 氧化與還原反應 CJc-Vc-2 氧化劑與還原劑的定義及常見氧化劑與還原劑。

選修化學 科學在生活中的應用 CMc-Va-6 先進材料

說明：

本題利用對環境污染的關注，測試考生從實驗的數據變化來判讀化學反應的影響變因。

1. 各選項說明如下：

- (A) 從圖 6 的曲線判讀，15%二氧化錳負載量的觸媒與 30%二氧化錳負載量的觸媒比較，前者需要在較高的反應溫度才能達到與後者相同之甲醛轉化率。正確選項。
- (B) 從圖 7 的曲線判讀，煅燒溫度較低所得的觸媒可以在較低的反應溫度就能達到相同之甲醛轉化率。正確選項。
- (C) 從圖 6 判讀 15%二氧化錳負載量/200°C煅燒的觸媒於 130°C下只有 50~70%轉化率。錯誤選項。
- (D) 綜合兩圖的曲線結果，能在最低溫完全分解甲醛的是 30%二氧化錳負載量/200°C煅燒溫度的觸媒。錯誤選項。
- (E) 從兩圖的曲線結果，0.5%Pt 負載TiO₂的觸媒與此實驗所使用的二氧化錳負載孔洞材料比較，前者能在更低溫即可開始分解甲醛。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)(B)。

四、測驗考生應用化學知識的能力

例 13.

為了要對蛋殼的組成分進行探究，王同學取兩個 250 毫升的玻璃燒杯，以油性筆在其外表分別標記「甲」和「乙」，之後，各置入一顆同一批次購入且大小相當的生雞蛋，並於甲燒杯中加入 200 毫升蒸餾水，於乙燒杯中加入 200 毫升 20%醋酸水溶液。隨即以培養皿罩住杯口，讓燒杯靜置於常溫室內的桌上，觀察甲、乙兩燒杯內雞蛋的變化情形；觀察結果紀錄如下：

表 3

樣品	最初長度	隔日長度	期間變化情形
甲蛋	6.0 cm	6.0 cm	自加入水後，雞蛋始終沉於杯底，期間無肉眼可察覺的變化。
乙蛋	6.1 cm	6.6 cm	加入 20%醋酸後，雞蛋浮起，並於蛋殼外表產生許多氣泡（圖 8）；第二天，蛋殼已消失，僅剩以蛋膜包覆的雞蛋（圖 9），摸起來軟軟的。

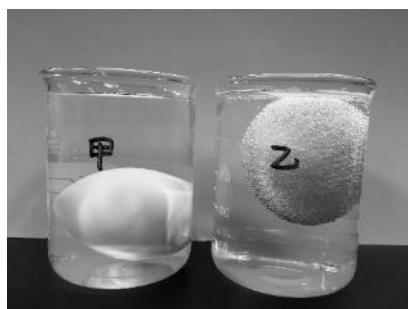


圖 8

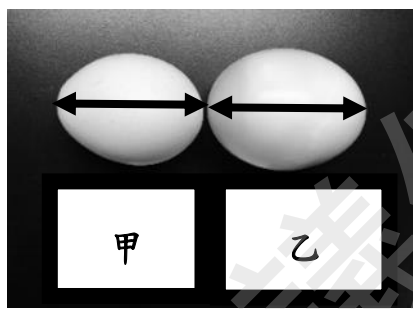


圖 9



圖 10

根據上文所述，回答下列問題。

- 根據上述實驗資料，下列何者最可能為蛋殼的主要組成分？
 (A)氧化鈣 (B)氯化鈣 (C)碳酸鈣
 (D)硫酸鈣 (E)氫氧化鈣
- 若在實驗過程中，以圖10所示的裝置收集乙燒杯中所產生的氣體，再以點燃的線香抵進集氣管的開端，則線香的燃頭最可能發生下列何種狀況？
 (A)熄滅 (B)變亮 (C)沒有變化
 (D)燃燒顏色變藍 (E)產生爆裂火花
- 根據王同學的實驗結果，表4中的哪幾項為合理推論？

表 4

甲	純水不能溶解蛋殼
乙	溶解蛋殼是醋酸的效應
丙	蛋殼的溶解速率與溫度有關
丁	20%醋酸水溶液為雞蛋的低張溶液
戊	蛋殼的溶解速率與醋酸的濃度呈正相關

- (A)僅甲 (B)甲、乙 (C)甲、乙、丁
 (D)甲、丙、戊 (E)甲、丁、戊

(108 年研究用試卷)

參考答案：1. C

2. A

3. C

測驗目標：1a.基本的化學名詞、定義及現象

4a.瞭解化學與生活情境的關係

測驗內容：選修化學 科學在生活中的應用 CMc-Va-4 常見非金屬與重要的化合物之製備、性質及用途。

探究與實作 規劃與研究 論證與建模

說明：

本題測驗考生對蛋殼的化學組成，及和醋酸生成氣體之性質及實驗現象，進行假設推論及分析。各項敘述分析後結果如下：

【第 1 小題】

1. 各選項說明如下：

(A) 氧化鈣 (CaO) 與水反應之方程式為 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ ，不會產生氣泡。

錯誤選項。

(B) 氯化鈣 (CaCl_2) 可溶於水並放熱，但不會產生氣泡。錯誤選項。

(C) 碳酸鈣 (CaCO_3) 浸泡於醋酸時，會發生化學反應，其化學反應方程式：

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ，蛋殼表面產生的氣泡即是 CO_2 。當碳酸鈣都消耗掉後，蛋殼就不見了，僅剩蛋膜包覆。正確選項。

(D) 硫酸鈣 (CaSO_4) 為石膏主成分，其溶解度比較低，僅微溶於水，當遇醋酸不產生氣體。錯誤選項。

(E) 氫氧化鈣 (Ca(OH)_2) 僅微溶於水，與醋酸反應為酸鹼中和反應，其化學反應式為 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ，不產生氣體。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(C)。

【第 2 小題】

因為從乙燒杯收集到的氣體為 CO_2 ，故當線香的燃頭接近時，最可能發生熄滅的狀況。綜合上述分析，本題正確答案為(A)。

【第 3 小題】

1. 各選項說明如下：

(甲) 甲燒杯為純水。因蛋殼在甲燒杯中不發生溶解，故可以證實純水不能溶解蛋殼。合理推論。

(乙) 甲燒杯與乙燒杯的差別在於是否含有醋酸，而蛋殼在乙燒杯中會有溶解現象發生，故可證實溶解蛋殼是醋酸的效應。合理推論。

- (丙) 本實驗並未測驗不同溫度與蛋殼溶解速率之關係，故本實驗無法證實「蛋殼的溶解速率與溫度有關」。錯誤推論。
- (丁) 20%醋酸水溶液為雞蛋的低張溶液（生物用詞，為跨學科命題範例），是根據乙蛋的作用前後的體積變化來判斷。合理推論。
- (戊) 本實驗並未測驗不同醋酸濃度與蛋殼溶解速率之關係，故本實驗無法證實「蛋殼的溶解速率與醋酸的濃度呈正相關」。錯誤推論。

2. 綜合上述分析推論，本題正確答案為(C)。

例 14.

在麵包的製作過程中，常以小蘇打 (NaHCO_3) 做為膨鬆劑，然而在使用小蘇打之前，碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 亦曾是這類食品的膨鬆劑。使用碳酸氫銨時，於麵包烘焙過程中（約 190 至 230°C）會釋出甲、乙與丙三種氣體，其中甲有刺鼻味，而乙與丙均沒有味道。若於同溫度範圍內使用小蘇打烘焙麵包時，則會產生兩種氣體及碳酸鈉 (Na_2CO_3)。下列有關此兩種烘焙過程的敘述，哪些正確？

- (A) 每 1 莫耳的碳酸氫銨會產生 3 莫耳的氣體
- (B) 每 1 莫耳的小蘇打會產生 2 莫耳的氣體
- (C) 使用小蘇打時，不會產生甲
- (D) 使用小蘇打時，不會產生乙與丙
- (E) 使用碳酸氫銨時，所產生的甲是氨氣

（改寫自 107 學年度指考）

參考答案：ACE

測驗目標：2c. 化學實驗結果的推論與分析

4a. 瞭解化學與生活情境的關係

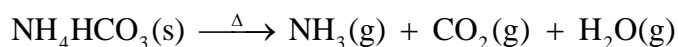
測驗內容：選修化學 科學在生活中的應用 CMc-Va-2 常見金屬及重要的化合物之製備、性質及用途。

說明：

本題測驗考生對於常見的物質特性及反應式平衡、化學計量的瞭解程度。

1. 各選項說明如下：

- (A) 題幹提示，碳酸氫銨受熱分解的氣體中，含有臭味的氣體甲，可推測氣體甲應為氨氣，則碳酸氫銨受熱分解的反應式如下：



每 1 莫耳的碳酸氫銨會產生 3 莫耳的氣體。正確選項。

- (B) 小蘇打受熱分解會產生水與二氧化碳氣體，其反應式如下：



每 1 莫耳的小蘇打會產生 1 莫耳的氣體。錯誤選項。

(C) 綜合上述結果，甲氣體應為 $\text{NH}_3(\text{g})$ ，使用小蘇打時不會產生甲。正確選項。

(D) 綜合上述結果，乙、丙氣體應為 $\text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。使用小蘇打時會產生乙與丙。

錯誤選項。

(E) 使用碳酸氫銨時產生的甲氣體是氨氣。正確選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)(C)(E)。

例 15.

五月是陽明山的繡球花季。繡球花剛開花時，綠色的花萼會漸漸轉為乳白色、黃色或淡粉色，然後依據植物吸收之鋁離子含量，而呈現最後的顏色。當土壤的 pH 值在 5.5 以下時，土壤中的鋁離子會與植物中的色素結合，而使花萼呈現藍紫色，如圖 11（甲）；而當土壤的 pH 值在 6.5-7.5 時，花萼則為粉紅色或紅色，如圖 11（乙）。因此，繡球花被喻為是測量土壤酸鹼度的天然酸鹼指示劑。



圖 11

試問下列敘述，哪些正確？

- (A) 當土壤呈微鹼性時，鋁離子易與 OH^- 形成氫氧化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉澱，故繡球花萼呈現紅色
- (B) 添加 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 於中性偏鹼的土壤中，亦可使繡球花萼呈現藍紫色
- (C) 若欲轉變藍紫色花萼為紅色花萼，可考慮在土壤中添加含碳酸鉀 (K_2CO_3) 的草木灰
- (D) 在高鹼性的土壤中，鋁離子多以四羥基鋁酸根 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 形式存在，此時的繡球花萼顏色為藍紫色
- (E) 已知磷酸鋁在酸中的溶解度低，在使用磷肥的酸性土壤中種植繡球花，容易長出藍紫色花萼

(108 年研究用試卷)

參考答案：ABCD

測驗目標：4a. 瞭解化學與生活情境的關係

4b. 瞭解化學與其他學科的關係

測驗內容：選修化學 科學在生活中的應用 CMc-Va-2 常見金屬及重要的化合物之製備、性質及用途。

說明：

測驗考生瞭解化學與生活情境及其他學科的關係。

1. 各選項說明如下：

- (A) 當土壤呈微鹼性時，土壤中的鋁離子易與 OH^- 形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉澱，故無法與植物中的色素結合，而使花萼呈現紅色。正確選項。
- (B) 增加鋁離子，藉由添加額外的鋁離子，可使其與植物中的色素結合，而使花萼呈現藍紫色。正確選項。
- (C) 增加氫氧根離子，草木灰是植物燃燒後殘留的灰燼物質，屬鹼性，主要成分是碳酸鉀 (K_2CO_3)，可增加土壤鹼性。當土壤呈微鹼性時，土壤中的鋁離子易與 OH^- 形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉澱，故無法與植物中的色素結合，而使花萼逐漸呈現紅色。正確選項。
- (D) 在植物死掉前確實可能長出藍紫色花萼，在高鹼性的土壤中， $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 開始生成，在植物還未因高鹼度影響生長情況的情況下，鋁離子又可以與植物中的色素結合，而使花萼呈現藍紫色。正確選項。
- (E) 由於磷酸鋁的溶解度低，鋁離子量少，因此即便在酸性土壤中，亦難培育出藍紫色繡球。錯誤選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(A)(B)(C)(D)。

例 16.

小明看到網路流行利用混合透明膠水、隱形眼鏡保養液、小蘇打來製作俗稱「史萊姆」的凝膠，想要研究看看形成史萊姆的化學原理。他先確認了膠水、隱形眼鏡保養液、小蘇打的主要成份分別為聚乙烯醇 (PVA)、硼酸 (H_3BO_3)、與碳酸氫鈉 (NaHCO_3)，便在實驗室配置了 4% 重量百分比 PVA、0.01 M 硼酸、0.01 M 小蘇打等三種水溶液，接著他將三種溶液用不同比例充分混合均勻，果然在某些比例的配方中成功製成史萊姆。為了測試史萊姆的黏滯性，小明將成功合成史萊姆的燒杯倒置，測量膠體在十秒內移動的距離，如圖 12。實驗進行中，小明也發現只要有充分混合讓反應達到平衡，配方中溶液加入的快慢或順序並不影響生成史萊姆的性質，因此可以將硼酸水溶液先與小蘇打水混合反應後，再加入 PVA 水溶液中。最後小明將實驗結果整理成下方所示的表格（表 5）：

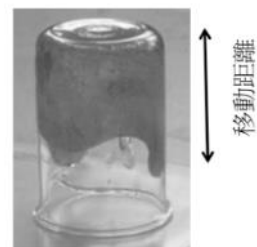


圖 12

表 5

組別	4% PVA 水溶液體積 (mL)	0.01 M 硼酸 水溶液體積 (mL)	0.01 M 小蘇打 水溶液體積 (mL)	總體積 (mL)	移動距離 (cm)
1	20	0	20	40	不生成凝膠
2	20	5	15	40	13.2
3	20	10	10	40	2.6
4	20	15	5	40	> 15.0
5	20	20	0	40	不生成凝膠
6	40	10	10	60	12.8

- 小明依據此一實驗的結果，作出以下推論，哪些選項正確？
 (A) 硼酸可以與膠水反應形成史萊姆凝膠
 (B) 小蘇打的量並不影響生成史萊姆凝膠之性質
 (C) 水量的多寡會影響生成的史萊姆凝膠性質
 (D) 溶液體積固定下，當加入之硼酸與小蘇打的莫耳數相同時，所得的凝膠黏滯性最高
 (E) 要形成凝膠，硼酸與小蘇打兩者缺一不可
- 小明進行實驗時，第1組0.01 M硼酸水溶液的體積為0，試問其實驗目的為何？請填入下表。

組別	4% PVA 水溶液體積 (mL)	0.01 M 硼酸 水溶液體積 (mL)	0.01 M 小蘇打 水溶液體積 (mL)	實驗目的
1	20	0	20	

- 小明根據表5與以下實驗的結果，做出的推論是「要形成凝膠，PVA、硼酸與小蘇打三者缺一不可」。試完成下列所需體積。

組別	4% PVA 水溶液體積 (mL)	0.01 M 硼酸 水溶液體積 (mL)	0.01 M 小蘇打 水溶液 體積 (mL)
7			20

4. 綜合以上實驗的結果，小明推論史萊姆生成的原理是：在加入小蘇打的鹼性條件下，硼的化合物與 PVA 形成氫鍵的結果。氫鍵的形成，可以讓分子間產生作用力，讓兩個分子產生緊密之結合。小明再設計以下的實驗，分別將小蘇打水溶液改成蘇打水溶液（組別8）以及將小蘇打水溶液改成醋酸水溶液（組別9）。假設小明的推論正確，試評估是否生成凝膠？

組別	4% PVA 水溶液體積 (mL)	0.01 M 硼酸 水溶液體積 (mL)	0.01 M 蘇打 水溶液體積 (mL)	0.01 M 醋酸 水溶液體積 (mL)	是否 形成凝膠
8	20	5	15	0	
9	20	5	0	15	

（108 年研究用試卷）

- 參考答案：1. DE
 2. 證明/驗證/是否不加硼酸水溶液時，是否會生成凝膠形成；或作為不加入硼酸水溶液的對照組。
 3. PVA 水溶液體積 (mL) — 0；硼酸水溶液體積 (mL) — 20；小蘇打水體積 (mL) — 20
 4. 是、否

測驗目標：3b.分析化學資料的能力

4a.瞭解化學與生活情境的關係

測驗內容：選修化學 物質的分離與鑑定 CCa-Va-1 常見物質的鑑定方法與原理。
 探究與實作 規劃與研究 論證與建模 發現問題

說明：

本題測驗考生由實驗結果驗證假說、控制實驗變因，並推論化學原理解決問題之能力。

【第 1 小題】

1. 各選項說明如下：

- (A) 由第 5 組實驗數據得知光硼酸與膠水混合不足以形成史萊姆。錯誤選項。
 (B) 由第 5 組實驗數據得知小蘇打量為 0 時不生成凝膠。且第 2、3 和 6 組實驗雖然改變了小蘇打的量但亦同時改變了其他變因，無法判斷小蘇打的量是否影響生成的凝膠性質。依上述兩論點，無法得到「小蘇打的量並不影響生成史萊姆凝膠之性質」之結論。錯誤選項。
 (C) 第 6 組數據雖然顯示 PVA 水溶液體積變為兩倍會影響凝膠之性質，但此實驗同時改變兩個變因 (PVA 量與水量)，邏輯上無法結論單純因為是水量的多寡而造成的影響。錯誤選項。

(D) 實驗數據顯示，溶液體積固定為 40 毫升下，第 3 組所得的凝膠黏滯性最高，此時加入之硼酸與小蘇打的莫耳數相同。正確選項。

(E) 由第 1 組與第 5 組數據顯示，當硼酸與小蘇打兩者缺一時，並不生成凝膠。正確選項。

2. 綜合上述分析，本題正確答案為(D)(E)。

【第 2 小題】

此組實驗不加硼酸水溶液，目的是作為對照組，驗證在不加硼酸水溶液的環境下，是否會有凝膠生成。此實驗控制的主要變因為硼酸水溶液之有無，其目的不在測試其他兩種物種之作用，此外，題目明確要求針對「實驗目的」作答，因此與「不加硼酸水溶液時沒有凝膠生成」類似的實驗結果敘述，並不能作為本題之正確解答。故填寫「證明/驗證/是否不加硼酸水溶液時，是否會生成凝膠形成」；或作「為不加入硼酸水溶液的對照組」為正確答案。

【第 3 小題】

根據表 5，可以推論出當硼酸與小蘇打兩者任一之量為 0 時，不生成凝膠，因此要做出「要形成凝膠，PVA、硼酸與小蘇打三者缺一不可」的推論，則需要再驗證 PVA 是否為需要藥劑之一，此題所做實驗應該不加入 PVA，此外，嚴格控制變因應該保持溶液總體積一致，在已知小蘇打水溶液為 20 毫升的前提下，為了保持總體積為 40 毫升，應加入硼酸水溶液體積為 20 毫升。綜合上述分析此組實驗應該用：PVA 水溶液體積 (mL) — 0；硼酸水溶液體積 (mL) — 20；小蘇打水體積 (mL) — 20。

【第 4 小題】

由題幹得知凝膠的形成必須於鹼性環境中才可生成，故可推論其將小蘇打水溶液改為同樣鹼性的蘇打水溶液時，會有凝膠生成；若將其變更為酸性的醋酸溶液時，則不會有凝膠生成。

附件、分科測驗化學考科測驗內容

本測驗內容由普通高級中學「必修化學」與加深加廣「選修化學」教材綱要重新排列而成，分主題、次主題、學習內容、學習內容說明、參考節數等五部分。

一、普通型高級中等學校必修課程

普通型高級中等學校必修化學				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的組成與特性 (A)	物質組成與元素的週期性 (Aa)	CAa-Vc-1 拉瓦節提出物質最基本的組成是元素。	1-1 以科學史說明近代化學的誕生—元素概念、氧化反應與原子說發展的過程。	2.5 節
		CAa-Vc-2 道耳頓根據定比定律、倍比定律、質量守恆定律及元素概念提出原子說。	2-1 倍比定律不涉及複雜計算。	
		CAa-Vc-3 元素依原子序大小順序，有規律的排列在週期表上。	3-1 僅說明原子序 1~18 原子的價電子與元素性質規律性的關係。	
		CAa-Vc-4 同位素。	4-1 僅以碳與氫為例說明同位素。	
	物質的形態、性質及分類 (Ab)	CAb-Vc-1 物質的三相圖。	1-1 僅以水與二氧化碳的相圖說明溫度與壓力如何影響物質的三態。	3 節
		CAb-Vc-2 元素可依特性分為金屬、類金屬及非金屬。	2-1 利用週期表介紹元素分類共同性質。	
CAb-Vc-3 化合物可依組成與性質不同，分為離子化合物與分子化合物。		3-1 以氯化鈉為例，介紹離子化合物之性質；以水與二氧化碳為例，介紹分子化合物		
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)	CBa-Vc-1 化學反應發生後，產物的能量總和較反應物低者，為放熱反應；反之，則為吸熱反應。	1-1 以反應前後能量變化圖說明放熱反應與吸熱反應的不同。 1-2 熱化學反應式的寫法。	2 節
		CBa-Vc-2 能量轉換過程遵守能量守恆。	2-1 一般化學反應均遵守能量守恆。	

普通型高級中等學校必修化學				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的結構與功能 (C)	物質的分離與鑑定 (Ca)	CCa-Vc-1 混合物的分離過程與純化方法：蒸餾、萃取、色層分析、硬水軟化及海水純化等。 CCa-Vc-2 化合物特性的差異。	1-1 墨水蒸餾可分離墨水中的色素與水。 1-2 以有機溶劑可以萃取花或葉中的色素。 1-3 以色層分析分離花或葉萃取液中的色素。 1-4 硬水、硬水的影響及軟化硬水的方法。 1-5 示範實驗：萃取、蒸餾及以 TLC 片進行色層分析。 2-1 以實例說明分子化合物與離子化合物的性質差異。	3 節
	物質的結構與功能 (Cb)	CCb-Vc-1 原子之間會以不同方式形成不同的化學鍵結。 CCb-Vc-2 化學鍵的特性會影響物質的結構，並決定其功能。	1-1 介紹鍵結種類：共價鍵、離子鍵及金屬鍵。 2-1 共價鍵與分子化合物：以路易士結構表示常見分子結構(水、氨、甲烷、乙烯及二氧化碳)。 2-2 以氯化鈉與氧化鎂為例，介紹離子鍵，不涉及晶格堆積、晶格形狀及晶格能。 2-3 以常見的碳(含同素異形物)與矽元素及其化合物介紹共價網狀固體。 2-4 以電子海模型介紹金屬鍵，不涉及晶格堆積、晶格形狀及晶格能。	3 節
物質系統 (E)	氣體 (Ec)	CEc-Vc-1 氣體基本性質。	1-1 密閉容器內氣體的壓力，是因氣體分子運動，碰撞到器壁而產生。與其他章節合併說明。	0.5 節

普通型高級中等學校必修化學				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的反應、平衡及製造 (J)	物質反應規律 (Ja)	CJa-Vc-1 拉瓦節以定量分析方法，驗證質量守恆定律。	1-1 純物質與化學式。	3 節
		CJa-Vc-2 化學反應僅為原子的重新排列組合，其個數不變，依此原則即可平衡化學反應方程式。	2-1 化學反應式表示法與係數均衡（觀察法與代數法），不涉及複雜的反應式。	
		CJa-Vc-3 莫耳與簡單的化學計量。	3-1 基礎化學計量，以簡單計算為主，不涉及產率與氣體體積計算。	
	水溶液中的變化 (Jb)	CJb-Vc-1 溶液的種類與特性。	1-1 溶液依溶質大小分為真溶液、膠體溶液及懸浮液。 1-2 膠體溶液的特性（僅說明廷得耳效應）。	3 節
		CJb-Vc-2 定量說明物質在水中溶解的程度會受到水溫的影響。	2-1 說明溶解度與溫度的定量關係。 2-2 實驗：溶解度的測定（溶解度曲線和結晶）。 2-3 不涉及再結晶與實驗。 2-4 不涉及含結晶水的溶質。	
		CJb-Vc-3 體積莫耳濃度的表示法。	3-1 體積莫耳濃度的表示法，包含溶液的配製。	
氧化與還原反應 (Jc)	CJc-Vc-1 氧化還原的廣義定義為：物質失去電子稱為氧化反應；得到電子稱為還原反應。	1-1 以日常生活實例介紹氧化還原反應的定義。 1-2 不涉及包含氧化數的計算與氧化還原反應的平衡。	3 節	
	CJc-Vc-2 氧化劑與還原劑的定義及常見氧化劑與還原劑。	2-1 可還原其他物質，本身發生氧化反應的物質稱為還原劑；反之則為稱為氧化劑。 2-2 常見的氧化劑，例如：氧氣、臭氧、雙氧水、次氯酸及氯氣等。 2-3 常見的還原劑：焦煤與二氧化硫。 2-4 食品或藥物中常見的還原劑（抗氧化劑）：維生素 C。		

普通型高級中等學校必修化學				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
酸鹼反應 (Jd)	CJd-Vc-1	水可自解離產生 H^+ 與 OH^- 。	1-1 水的解離反應。25°C 時， $[H^+] \times [OH^-] = 1.00 \times 10^{-14}$ ，為一定值。	2 節
	CJd-Vc-2	根據阿瑞尼斯的酸鹼學說，物質溶於水中，可解離出 H^+ 為酸；可解離出 OH^- 為鹼。	2-1 阿瑞尼斯的酸鹼學說。	
	CJd-Vc-3	$pH = -\log[H^+]$ ，此數值可代表水溶液的酸鹼程度。	3-1 簡介 pH 值的定義，不涉及複雜計算。 3-2 實驗：酸鹼指示劑。	
	CJd-Vc-4	在水溶液中可幾乎 100% 解離的酸或鹼，稱為強酸或強鹼；反之則稱為弱酸或弱鹼。	4-1 電解質依解離程度大小，可分為強電解質與弱電解質。	
化學反應速率與平衡 (Je)	CJe-Vc-1	定溫時，飽和溶液的溶質溶解度為定值，其溶質溶解與結晶達到平衡。	1-1 溶解平衡與「定量說明物質在水中溶解的程度會受到水溫的影響」部分合併說明。	0.3 節
	CJe-Vc-2	物質的接觸面積大小對反應速率之影響。	2-1 物質的接觸面積大小對反應速率之影響與「化學在先進科技發展的應用」部分合併說明。 2-2 僅探討物質的接觸面積大小與反應速率之量化關係。	
有機化合物的性質、製備及反應 (Jf)	CJf-Vc-1	醣類、蛋白質、油脂及核酸的性質與功能。	1-1 醣類、蛋白質、油脂及核酸的組成，不涉及複雜結構。	3 節
	CJf-Vc-2	常見的界面活性劑包括肥皂與清潔劑，其組成包含親油性的一端和親水性的一端。	2-1 肥皂和清潔劑的結構與去污原理。	
	CJf-Vc-3	界面活性劑的性質與應用。	3-1 簡介界面活性劑的效應。 3-2 實驗：界面活性劑的效應。	

普通型高級中等學校必修化學				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
科學、技術、科技、社會及人文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)	CMa-Vc-1 化學製造流程對日常生活、社會、經濟、環境及生態的影響。	1-1 以簡單生活實例，簡介化學化學製程的影響，可合併於科學在生活中的應用部分說明。 ●建議以課題方式融入探究與實作課程內容探究相關議題。	0.2節
	科學發展的歷史 (Mb)	CMb-Vc-1 近代化學科學的發展，以及不同性別、背景、族群者於其中的貢獻。 CMb-Vc-2 未來科學的發展。	1-1 擇例簡介化學科學家之貢獻與研究歷程，並兼顧不同族群、性別與背景。此內容應融入相關章節，不必另成一個單元。 2-1 介紹化學與生活之相關性，帶給人類、地球之影響，及化學的未來展望。	0.5節
	科學在生活中的應用 (Mc)	CMc-Vc-1 水的處理過程。 CMc-Vc-2 生活中常見的藥品。 CMc-Vc-3 化學在先進科技發展的應用。	1-1 介紹淨化、消毒及軟化等水的處理過程。 2-1 介紹常用胃藥、消炎劑及止痛劑。 3-1 以奈米碳管與二氧化鈦光觸媒為例，不涉及結構說明。 3-2 課題方式融入探究與實作課程內容。 ●實例應簡明扼要。	1.5節
	環境污染與防治 (Me)	CMe-Vc-1 酸雨的成因、影響及防治方法。 CMe-Vc-2 全球暖化的成因、影響及因應方法。 CMe-Vc-3 臭氧層破洞的成因、影響及防治方法。 CMe-Vc-4 工業廢水的影響與再利用。	●可融入空氣、水溶液及土壤等日常生活相關的主題。 ●實例應簡明扼要。 ●可提及 PM2.5、酸雨及光煙霧等大氣污染。 ●著重各種污染防治概念的培養。 ●培養學生對環境保護的關懷。 ●建議以課題方式融入探究與實作課程內容探究相關議題。	0.5節

普通型高級中等學校必修化學				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
能源與永續發展 (N)	永續發展與資源的利用 (Na)	CNa-Vc-1 永續發展在於滿足當代人之需求，又不危及下一代之發展。 CNa-Vc-2 將永續發展的理念應用於生活中。 CNa-Vc-3 水資源回收與再利用。 CNa-Vc-4 水循環與碳循環。	<ul style="list-style-type: none"> ● 簡介化學與化工對環境永續發展。 ● 建議以課題方式融入探究與實作課程內容探究相關議題。 ● 不涉及核能（已納入物理）。 	0.5節
	能源的開發與利用 (Nc)	CNc-Vc-1 新興能源與替代能源在臺灣的發展現況。	<ul style="list-style-type: none"> ● 簡介風力、太陽能等新興能源在臺灣的發展的現況，實例應簡明扼要。 ● 建議以課題方式融入探究與實作課程內容探究相關議題。 	0.5節

二、普通型高級中等學校加深加廣選修課程

普通型高級中等學校加深加廣選修化學為 10 學分，內容規劃如下：

科目	課程名稱	學分
選修化學	物質與能量	2
	物質構造與反應速率	2
	化學反應與平衡一	2
	化學反應與平衡二	2
	有機化學與應用科技	2

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—物質與能量				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的反應、平衡及製造 (J)	物質反應規律 (Ja)	CJa-Va-1 化學反應牽涉原子間的重組，並遵守質量守恆、原子不減、電荷守恆及能量守恆。	1-1 均衡化學反應式：氧化數法與半反應法。	10 節
		CJa-Va-2 化學反應與化學程序的產率。	2-1 產率計算與限量試劑。 2-2 化學計量：化學反應中質量的關係。	
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)	CBa-Va-1 化學能與其他形式能量之間的轉換。	1-1 介紹電池中的能量變化是由化學能轉變成電能；電解電池中的能量變化是由電能轉變成化學能。	10 節
		CBa-Va-2 影響反應熱的因素包括：溫度、壓力、反應物的量及狀態。	2-1 介紹標準反應熱的意義，並說明溫度、壓力、反應物的量及狀態會影響反應熱的值。反應物的量與狀態如何影響反應熱，可以實例說明。 2-2 實驗：測量強酸強鹼之中和熱及硝酸鉀溶於水之熱量變化。	
		CBa-Va-3 反應熱的加成性遵守赫斯定律。	3-1 利用赫斯定律，由已知的熱反應方程式求出未知反應的反應熱。	
		CBa-Va-4 常見的反應熱種類包括莫耳燃燒熱與莫耳生成熱。	4-1 說明莫耳燃燒熱與莫耳生成熱的定義。	
物質系統 (E)	氣體 (Ec)	CEc-Va-1 理想氣體粒子模型。	1-1 以粒子模型說明氣體體積由氣體粒子的運動範圍決定與氣體粒子之間的距離會隨溫度改變而改變。氣體動力論則由物理熱學章節說明。	10 節
		CEc-Va-2 氣體的壓力。	2-1 氣體壓力可由開口式壓力計與閉口式壓力計測量。	
		CEc-Va-3 理想氣體三大定律與理想氣體方程式。	3-1 理想氣體三大定律：波以耳定律、查理定律及亞佛加厥定律，不涉及複雜計算。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—物質與能量				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
		CEc-Va-4 道耳頓分壓定律。 CEc-Va-5 理想氣體與真實氣體。	3-2 以三大定律發展出理想氣體方程式 ($PV=nRT$)。 3-3 以科學史融入理想氣體方程式的發展。 4-1 莫耳分率與分壓。 4-2 混合氣體的分壓，不涉及複雜計算。 5-1 理想氣體與真實氣體之間的差異。 ●以電腦模擬幫助學生建立理想氣體粒子模型與微觀概念。可以示範實驗說明三大定律。	
物質的結構與功能 (C)	物質的分離與鑑定 (Ca)	CCa-Va-1 常見物質的鑑定方法與原理。	1-1 介紹物質的溶解度、密度、熔點及沸點等物理特性，可作為鑑定純物質種類的依據。 1-2 說明物質與其他物質發生化學反應時所展現的特性，可以作為鑑定純物質種類的依據。	12節
物質的組成與特性 (A)	物質的形態、性質及分類 (Ab)	CAb-Va-3 液晶的形態與性質	3-1 介紹液晶的特性及其應用，僅說明三相以外的形態，不涉及複雜結構及原理。	
物質的反應、平衡	水溶液中的變化 (Jb)	CJb-Va-1 莫耳分率的表示法。 CJb-Va-2 溫度與壓力對氣體溶解度的影響。	1-1 莫耳分率可依章節安排，與「道耳頓分壓定律」或「拉午耳定律」合併說明。 2-1 以常見氣體為例，說明溫度對氣體溶解度的影響。 2-2 說明亨利定律與其適用範圍。 離子之沉澱、分離及確認，可與	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—物質與能量				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
衡及製造 (J)		CJb-Va-3 離子之沉澱、分離及確認。	3-1 「溶解度平衡與溶度積的關係」章節合併說明。 3-2 以常見化合物的溶解情形歸納說明離子化合物的沉澱趨勢。 3-3 說明如何利用不同鹽類的溶解度差異，將數種鹽類以逐次沉澱的方式，加以分離及確認。	
		CJb-Va-4 拉午耳定律與理想溶液。	4-1 說明水的相變化、蒸氣壓及相對濕度。 4-2 以粒子模型說明拉午耳定律。	
		CJb-Va-5 依數性質：非揮發性物質溶於水，使得蒸氣壓下降、沸點上升、凝固點下降及滲透壓增加。	4-3 示範實驗：理想溶液與非理想溶液體積的差異。 5-1 電解質與非電解質之非揮發性物質溶於水後，沸點和熔點的變化，不涉及計算，僅說明定量溶劑中，沸點上升量、熔點下降量的大小及粒子數成正比關係。 5-2 實驗：凝固點下降的現象。不涉及分子量的測定計算。 5-3 滲透壓的計算以強電解質作為實例，不以部分解離之物質作為教學內容。並以日常生活實例說明滲透與逆滲透的現象。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—物質構造與反應速率				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的組成與特性 (A)	物質組成與元素的週期性 (Aa)	CAa-Va-1 原子的結構是原子核在中間，電子會存在於不同能階。 CAa-Va-2 波耳氫原子模型解釋氫原子光譜與芮得柏方程式。 CAa-Va-3 多電子原子的電子與其軌域，可以四種量子數加以說明。 CAa-Va-4 原子的電子組態的填入規則，包括包立不相容原理、洪德定則及遞建原理。 CAa-Va-5 元素的電子組態和性質息息相關，且可在週期表呈現出其週期性變化。	1-1 僅以軌道模型說明主殼層能階、副殼層及軌域。 1-2 能階概念指原子中電子能量不連續。 2-1 以科學史融入原子模型的特性與演變。 2-2 不涉及複雜計算。 3-1 以具體模型或模擬動畫幫助學生理解抽象的量子數與軌域之間的關係。不涉及量子力學。 4-1 建立科學模型與電子組態填入規則之系統性思考方式。 5-1 統整共同階段所學習的元素的規律性與元素的週期性，連結元素的電子組態並以圖像建立介紹元素在週期表的週期性變化（原子半徑、離子半徑、游離能及電負度）。	10節
	物質的形態、性質及分類 (Ab)	CAb-Va-4 週期表中的分類。	4-1 由元素在週期表中之位置，加以分類。	
物質的組成與特性 (A)	物質的形態、性質及分類 (Ab)	CAb-Va-1 化學鍵的特性會影響物質的性質。	1-1 舉例說明離子晶體、金屬晶體及分子化合物其化學鍵分別為離子鍵、金屬鍵及共價鍵，因為鍵結方式不同，這三類物質的性質也不同，不涉及晶體的堆積方式與密度計算。 1-2 介紹共價網狀固體與其性質。	10節

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—物質構造與反應速率				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的結構與功能 (C)	物質的結構與功能 (Cb)	CCb-Va-2 混成軌域與價鍵理論：原子結合的方式與原理。	2-1 混成軌域與價鍵理論以常見的 C、N、O 的化合物為主。 2-2 σ 鍵與 π 鍵。 2-3 單鍵與多鍵。 2-4 共振結構。	
		CCb-Va-3 價殼層電子對互斥原理與分子形狀。	3-1 以價殼層電子對互斥原理 (VSEPR) 原理說明分子形狀，不涉及 d 軌域的混成與複雜的分子結構。	
		CCb-Va-4 分子形狀、結構、極性及分子間作用力。	4-1 鍵極性、鍵偶極與極性分子，不涉及鍵偶極矩的計算。 4-2 分子形狀與分子極性。 4-3 分子間作用力（氫鍵與凡得瓦力）。	
物質的反應、平衡及製造 (J)	化學反應速率與平衡 (Je)	CJe-Va-1 反應速率定律式。	1-1 以實例說明反應速率常數與反應速率定律式的意義。 1-2 以零級、一級為主，不涉及複雜計算。 1-3 半生期的意義與應用。 1-4 實驗：秒錶反應。	10 節
		CJe-Va-2 反應能量圖。	2-1 以「反應能量圖」說明活化能、活化複合體及反應熱的概念。 2-2 「反應機構」和「速率決定步驟」不涉及多步驟的複雜反應。	
		CJe-Va-3 碰撞學說解釋影響反應速率的因素。	3-1 以碰撞理論說明濃度、壓力及接觸面積、溫度對反應速率的影響，不涉及阿瑞尼士方程式的計算。以常見實例說明催化劑與酵素的	
		CJe-Va-4 催化劑與酵素的性質及其應用。	4-1 性質與應用。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—化學反應與平衡一				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的反應、平衡及製造 (J)	化學反應速率與平衡 (Je)	CJe-Va-5 定溫時，水的游離速率會等於結合速率，稱為游離平衡。 CJe-Va-6 勒沙特列原理。 CJe-Va-7 平衡常數的定義與計算。 CJe-Va-8 溶解度平衡與溶度積的關係。	5-1 水的游離平衡與「水的自解離」部分合併說明。 6-1 說明勒沙特列原理與其在工業上的應用。 6-2 實驗：平衡的移動（勒沙特列原理）。 7-1 說明可逆反應與動態平衡的概念。 7-2 平衡定律式、平衡常數及反應商的意義與應用，不涉及自由能 (ΔG) 與複雜平衡常數的計算。 7-3 算。 8-1 實驗：平衡常數。 溶度積的概念與其應用，不涉及複雜系統的計算。 8-2 及複雜系統的計算。 同離子效應的概念與其應用，不涉及複雜系統的計算。	15節
	水溶液中的變化 (Jb)	CJb-Va-3 離子之沉澱、分離及確認。	3-1 離子之沉澱、分離及確認可與「溶解度平衡與溶度積的關係」章節合併說明。	
物質的反應、平衡及製造 (J)	酸鹼反應 (Jd)	CJd-Va-1 酸與鹼的命名。 CJd-Va-2 布-洛酸鹼學說。 CJd-Va-3 定溫下， $[H^+]$ 和 $[OH^-]$ 的乘積為一定值，稱為離子積常數。 CJd-Va-4 弱酸或弱鹼的游離常數：酸鹼的 K_a 、 K_b 。 CJd-Va-5 酸鹼指示劑的原理與應用。 CJd-Va-6 酸鹼滴定原理與定量分析。	1-1 酸與鹼的命名原則。 2-1 布-洛酸鹼學說，並說明共軛酸鹼對的概念。由反應的趨勢，比較方程式兩側酸（鹼）的強弱。 3-1 $[H^+]\times[OH^-]=K_w$ ，稱為離子積常數，水的解離度與 K_w 會隨著溫度而改變。 4-1 弱酸（鹼）的解離反應式之平衡常數，及其與酸（鹼）的強弱之關係，不涉及多質子酸與混合酸的複雜計算。 5-1 酸鹼指示劑之選擇與應用。 6-1 酸鹼滴定之原理、計算及滴定曲線之意義。	15節

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—化學反應與平衡一				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
		CJd-Va-7 鹽的種類與性質。	6-2 實驗：酸鹼滴定。 7-1 鹽可分為正鹽、酸式鹽及鹼式鹽，及其命名。 7-2 鹽類水溶液的酸鹼性，不涉及水解的計算。	
		CJd-Va-8 同離子效應與緩衝溶液的定義、製備及功用。	8-1 同離子效應與其影響，不涉及複雜計算。 8-2 緩衝溶液之配製法與用途。 8-3 緩衝溶液是利用同離子效應使 pH 保持穩定。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—化學反應與平衡二				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的反應、平衡及製造 (J)	氧化與還原反應 (Jc)	CJc-Va-1 常見氧化劑與還原劑的半反應式。	1-1 以半反應式說明氧化還原反應。	15 節
		CJc-Va-2 氧化數的規則與應用。氧化還原反應與均衡。	2-1 說明氧化數的定義與判斷規則。 3-1 以氧化數的變化，介紹常見的氧化還原反應式。 3-2 由自發反應的方向，判斷氧化劑與還原劑的強弱。	
		CJc-Va-4 氧化還原滴定原理與定量分析。	4-1 說明氧化還原滴定的原理，藉此分析未知物的濃度或含量。 4-2 實驗：氧化還原反應。 4-3 實驗：氧化還原滴定。	
		CJc-Va-5 電化電池的原理。	5-1 以伏打電池和鋅銅電池為例，說明電化電池的原理與表示方法。	
		CJc-Va-6 標準還原電位與電化電池的電動勢。	6-1 電池半反應式與標準還原電位。 6-2 由標準還原電位計算電池電壓，不涉及以涅斯特方程式計算電池電壓。	
		CJc-Va-7 常見電池的原理與設計。	7-1 以反應式說明乾電池、鉛蓄電池及燃料電池，不涉及定量計算。	
		CJc-Va-8 電解與電鍍的原理。	8-1 法拉第電解定律與其應用。 8-2 實驗：電解電鍍與無電電鍍。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—化學反應與平衡二				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
科學、科技、社會及人文 (M)	科學在生活中的應用 (Mc)	CMc-Va-1 氫氣的性質、製取及用途。	1-1 僅介紹氫氣的性質、製取及用途。	12 節
		CMc-Va-2 常見金屬及重要的化合物之製備、性質及用途。	2-1 以生活中的重要實例介紹主族金屬元素(鈉、鎂、鋁)與電解法製備鋁。 2-2 以生活中的重要實例介紹過渡元素(鐵)。 2-3 以葉綠素和血紅素介紹配位化合物，不涉及混成軌域與結構。 2-4 示範實驗：鐵離子與草酸根形成的錯合物。	
		CMc-Va-3 常見合金之性質與用途。	3-1 介紹K金、鋁合金、鋼等合金的性質與用途。	
		CMc-Va-4 常見非金屬與重要的化合物之製備、性質及用途。	4-1 以生活中常見的範例介紹非金屬元素(碳、氮、氧、矽)重要化合物與用途。	
		CMc-Va-5 生活中常見之合成纖維、合成塑膠及合成橡膠之性質與應用。	5-1 概念與實例應簡明扼要。	
		CMc-Va-6 先進材料。	6-1 介紹半導體、液晶、導電聚乙炔等。	
		CMc-Va-7 奈米尺度。	6~7 著重在介紹化學的前沿發展與先進科技的關係。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—有機化學與應用科技				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的結構與功能 (C)	物質的結構與功能 (Cb)	CCb-Va-1 同分異構物的結構與功能。	1-1 結構異構物。 1-2 僅介紹烯烴與環烷的順反異構物。	24 節

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—有機化學與應用科技				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
物質的組成與特性 (A)	物質的形態、性質及分類 (Ab)	CAb-Va-2 不同的官能基會影響有機化合物的性質。	2-1 介紹各種烴、醇、醚、醛、酮、酸、酯、胺與醯胺的官能基，與其特性，不涉及化學反應。 2-2 實驗：以電腦模擬或實體模型觀察有機分子的結構。 2-3 示範實驗：有機化合物的一般性質（揮發性、溶解度等）。	
物質的反應、平衡及製造 (J)	有機化合物的性質、製備及反應 (Jf)	CJf-Va-1 有機化合物組成。 CJf-Va-2 有機化合物的命名、結構及官能基的檢驗與其用途—烴、鹵化烴、醇、酚、醚、酮、醛、有機酸、酯、胺及醯胺。 CJf-Va-3 常見有機化合物的重要反應。	1-1 元素分析與有機化合物的組成。 2-1 有機化合物的中文系統命名法，但主鏈不超過六個碳，環烷取代基以甲基為限且不超過兩個。 2-2 簡介各官能基的結構、特性及用途。 2-3 示範實驗：常見官能基的檢驗。 2-4 實驗：醇、醛及酮的性質。 3-1 烯：簡單的製備方法、加成反應（例如：氫化、鹵化、HX 及 H ₂ O）及聚合反應（僅以乙烯、氯乙烯及苯乙烯為例）。 3-2 炔：電石製備乙炔和加成反應（僅介紹氫化與鹵化）。 3-3 苯：僅用示範實驗介紹芳香族與烯類（C=C）的差異。 3-4 醇：簡單的製備方式，例如：發酵與工業製備（水煤氣）及醇的氧化反應。 3-5 醛：僅說明銀鏡反應。 3-6 酸：酯化反應，阿斯匹靈的製程與用途。 3-7 實驗：製備阿斯匹靈。 3-8 酯：水解反應。 3-9 胺：與酸反應。 3-10 醯胺：簡單的製備與水解。	

普通型高級中等學校加深加廣選修課程—有機化學與應用科技				
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	參考節數
		CJf-Va-4 常見聚合物的一般性質與分類。 CJf-Va-5 常見聚合物的結構與製備。	4-1 聚合物單體（同元與共聚物）。 4-2 聚合反應的種類（加成與縮合）。 4-3 5-1 常見聚合物的性質。 5-2 耐綸、達克綸的結構與製成。天然橡膠、澱粉、纖維素、蛋白質及核酸的結構。 5-3 配合諾貝爾化學獎說明聚乙炔的結構、性質及用途。 5-4 可融入「科學在生活中的應用」的章節中說明。	
科學、科技、社會及人文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)	CMa-Va-1 從化學的主要發展方向和產業成果，建立綠色化學與永續發展的概念，並積極參與科學知識的傳播，促進化學知識進入個人和社會生活。 CMa-Va-2 化學化工技術與社會、法律及倫理相關議題。	<ul style="list-style-type: none"> 建議以課題方式融入相關議題。 可融入科學在生活中的應用，不必另成一單元。 	5節
	科學發展的歷史 (Mb)	CMb-Va-1 化學發展史上的重要事件、相關理論發展及科學家的研究事蹟。化學微觀概念的形成與發展。 CMb-Va-2 CMb-Va-3 科學模型的特性與演變。	科學發展的內容可融入相關的章節，不必另成一單元。	
	環境污染與防治 (Mc)	CMe-Va-1 水污染之檢測方法。 CMe-Va-2 大氣污染物之檢測方法。	1-1 實驗：水污染的檢測（濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度等）。 <ul style="list-style-type: none"> 可融入空氣、水溶液及土壤等日常生活相關的主題。 實例應簡明扼要。 	
	資源與永續發展 (N)	永續發展與資源的利用 (Na) 能源的開發與利用 (Nc)	CNa-Va-1 永續發展理念之應用。資源保育的有效方法。 CNa-Va-2 廢棄物的創新利用與再製作。 CNa-Va-3 氮循環。 CNc-Va-1 新興能源與替代能源在臺灣發展之可能性與限制。	<ul style="list-style-type: none"> 可融入科學在生活中的應用，不必另成一單元。 建議以課題方式融入相關議題。 建議以課題方式融入相關議題。

111 學年度起適用之大學入學考試「考試說明」分區諮詢會議

分科測驗

生物考科考試說明(草案)

—111 學年度起適用—

大學入學考試中心

中華民國 108 年 7 月

本考試說明僅提供分區諮詢會議使用，後續仍會進行調整修訂，並非大考中心最終確定版本。關於 111 學年度起適用之大學入學考試說明，請以本中心未來正式公告之版本為準。

分科測驗生物考科考試說明(草案)

目 錄

前言	生-1
壹、測驗目標	生-1
貳、測驗內容	生-2
參、試題舉例	生-4
附錄一、必修科目「基礎生物」測驗內容大綱	生-19
附錄二、選修科目「選修生物」測驗內容大綱	生-21

分科測驗

生物考科考試說明（草案）

前言

民國 111 學年度起，「分科測驗生物考科」命題將依據 108 學年度發布之「十二年國民基本教育課程綱要 - 國民中小學暨普通型高級中等學校 - 自然科學領域」（以下簡稱「自然領綱」）。本考試說明內容原則上依據領綱之精神，選擇民國 108 年研究用試卷之生物考科試題為範例編輯而成，本說明分成三個重點，分別為測驗目標、測驗內容（附件一）及試題舉例，供未來應試考生之參考。

壹、測驗目標

生物考科之測驗目標，旨在測驗考生的學習成果，其達成方法則藉由不同的試題評量方式完成。為配合領綱，生物分科的測驗目標之細目將包含學習知識、運用科學方法的能力、對生物學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力等，以下分別敘述之：

一、測驗考生生物學知識

- 1a. 基本生物學知識
- 1b. 基本生物學實驗原理
- 1c. 日常生活中的生物學知識
- 1d. 延伸的生物學知識
- 1e. 了解生物學發展之歷史中所探討的問題及結論

二、測驗考生運用科學方法的能力

- 2a. 觀察、蒐集、整理資料並形成問題（或假說）的能力
- 2b. 設計及操作實驗的能力
- 2c. 了解實驗過程及檢測方法的能力
- 2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力
- 2e. 推理因果關係與形成結論及模型的能力
- 2f. 利用文字與圖表傳達科學研究結果的能力

三、測驗考生科學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力

- 3a.理解科學文獻內容的能力
- 3b.理解資料的產生過程和查核的能力
- 3c.對科學資料提出疑問的能力
- 3d.根據科學文章做合理判斷的能力
- 3e.綜合與評價科學資料的能力

貳、測驗內容

一、測驗範圍

分科測驗之生物考科之測驗內容以領綱所揭示的「必修生物」，及「加深加廣選修生物」（課程名稱為：1.細胞與遺傳，2.生命的起源與植物體的構造與功能，3.動物體的構造與功能，4.生態、演化及生物多樣性）與相關探討活動為範圍，此範圍分冊編輯為必修生物一冊及加深加廣選修生物四冊；共五冊。施測的內容將生物科課程綱要所羅列之知識主題加以整合，包含生物體的構造與功能(D)、地球環境(F)、演化與延續(G)、生物與環境(L)、科學、科技、社會及人文(M)與資源與永續發展(N)等六大主題，以及涵蓋在六大主題中的實驗課程（表一）。

所施測之知識內涵包括基本的生物學知識、實驗原理、日常生活常識以及相關知識之統整及推理。換言之，所施測之基本生物學內容為生物體的結構與功能，分別以共通性、歧異性及遺傳性表現，並以生物體與環境之互動性為著眼，以顯示自然現象之特性，再歸納為一般通則，最終據此形成之基本原理。

表一、分科測驗生物考科測驗範圍及主題

範圍	主題	次主題
必修生物	生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)
	演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)
		演化 (Gb)
	科學、科技、社會及人文 (M)	科學發展的歷史 (Mb)
科學在生活中的應用 (Mc)		
修選	生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)

範圍	主題	次主題
		動物植物的構造與功能 (Db)
	地球環境 (F)	生物圈的組成 (Fc)
	演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)
		演化 (Gb)
		生物多樣性(Gc)
	生物與環境 (L)	生物與環境的交互作用 (Lb)
	科學、科技、社會及人文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)
		科學發展的歷史 (Mb)
		科學在生活中的應用 (Mc)
	資源與永續發展 (N)	永續發展與資源利用 (Na)

二、題型與配分

111 學年度分科測驗生物考科之試卷架構分成兩個部分（表二）：第壹部分為選擇題型，包含單選題及多選題，占分比例以 70-80% 為原則；第貳部分包含非選擇題型題組或混合題型題組（含選擇題與非選擇題），占分比例以 20-30% 為原則；兩部分合計 100 分。非選擇題可包含填充題、簡答題及圖表繪製等題型。

表二、分科測驗生物考科試卷架構

試題類別		占分	總分
第壹部分	選擇題型，包含閱讀類題、實驗類題	70-80 分	100 分
第貳部分	非選擇題型題組或混合題型題組	20-30 分	

參、試題舉例

一、測驗考生生物學知識

1a.基本生物學知識

6. 有關養分吸收的敘述，下列哪些正確？
- (A)口腔內澱粉酶可將多醣代謝成為單醣以利小腸吸收
 - (B)小腸液中酵素可將胜肽分解成為胺基酸擴散進入小腸中
 - (C)脂肪被胰液分解成脂肪酸及甘油後，由乳糜管協助運送
 - (D)大腸吸收食物水分後形成糞便排出體外
 - (E)大腸內共生之細菌可製造維生素提供人體利用

(108 年研究用試卷)

參考答案：CDE

測驗目標：1a.基本生物學知識

測驗內容：加深加廣選修生物 BDb-Va-1 動物組織的構造與功能。

BDb-Va-2 動物體的器官系統之構造與功能。

說明：

本題測驗人體消化器官的養分吸收過程與機制。

- (A)澱粉酶分解多醣為雙醣，如麥芽糖。
- (B)胺基酸主動運輸進入小腸中。

1b.基本生物學實驗原理

16. 在細胞的滲透作用實驗中，取紫背萬年青的一片下表皮置於 1 M 的蔗糖溶液中。10 分鐘後在顯微鏡下觀察到紫背萬年青的下表皮細胞發生原生質萎縮。下列相關敘述，哪些正確？
- (A)1 M 的蔗糖溶液是紫背萬年青下表皮細胞的高張溶液
 - (B)水分子由細胞內往外滲透，因而造成原生質萎縮
 - (C)液胞的滲透壓不變，以維持細胞基本體積
 - (D)細胞內液的滲透壓因水分子外移而變大
 - (E)細胞膜對水分的通透性變小

(108 年研究用試卷)

參考答案：ABD

測驗目標：1a.基本生物學知識

1b.基本生物學實驗原理

測驗內容：加深加廣選修生物 BDa-Va-2 生物膜的構造與功能。

說明：

本題藉由紫背萬年青實驗測驗細胞滲透作用的原理。

- (A) 由題幹得知，紫背萬年青放入蔗糖溶液中後下表皮細胞產生萎縮，因此可推測此 1M 蔗糖溶液濃度較紫背萬年青細胞內濃度高，屬於高張溶液。
- (B) (D) 水分子會往濃度高、滲透壓高的地方流，造成細胞內滲透壓升高。
- (C) 液胞滲透壓因水分子移到細胞外而變高。
- (E) 細胞膜對水分通透性是固有不變的性質。

1c. 日常生活中的生物學知識

- 五. 內分泌系統是人體內非常重要，可以管理全身恆定的系統。大腦中下視丘可以被視為內分泌系統中，調整許多不同激素的控制中心以及源頭。例如在母體生產的過程中，下視丘會合成催產素，釋放刺激子宮收縮，而子宮收縮在生產過程中，又可刺激下視丘合成以及後續釋放催產素。另外，在一般女性月經週期時，下視丘會分泌 GnRH，刺激腦垂腺前葉釋放 LH 以及 FSH。LH 以及 FSH 會刺激濾泡發育成熟，而濾泡會分泌動情素刺激 GnRH 的分泌。黃體則會釋放黃體素，抑制下視丘分泌 GnRH。根據短文敘述，回答下列問題。
2. 若今天有一位病人，她的下視丘以及腦垂腺之間，接近腦垂腺的地方出現增生腫瘤，物理性的壓迫兩者之間的神經軸突，請問這位病人的生產或是月經週期，哪一個會受到較大的影響？為什麼？

（108 年研究用試卷）

參考答案：(1) 生產會受到較大的影響。

(2) 下視丘神經細胞合成催產素後，經由神經軸突傳送至腦垂腺後葉，然後釋放，因此神經軸突被壓迫會影響催產素釋放。

測驗目標：1a. 基本生物學知識

1c. 日常生活中的生物學知識

2e. 推理因果關係與形成結論及模型的能力

2f. 利用文字與圖表傳達科學研究結果的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BDb-Va-1 動物組織的構造與功能。

BDb-Va-2 動物體的器官系統之構造與功能。

BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。

BDb-Va-6 動物體的激素對生理作用調節。

說明：

本題以女性體內的激素調節為題，測驗下視丘與腦垂腺在內分泌系統中擔任的角色。

1d. 延伸的生物學知識

閱讀三

生物的存活和成長發生交互作用。在族群的水平上，這些交互作用通常是正向的，例如，兩個微生物同時利用一個複雜的營養物，或鳥類合作築巢，造成成長及存活率都增加。然而也有負向的，導致生活資源的匱乏。有一種細菌（*Paenibacillus* sp.）則由於自身改變週遭環境的 pH，導致其族群大小迅速下降，形成所謂的「生態自殺」。實驗發現，此細菌之族群成長在低 pH 緩衝的情況下，8 小時就引發「自殺」現象，24 小時則全數死亡（圖 8-X）。但在中、高緩衝的情況下（圖 8-Y、Z），則不發生「自殺」現象。

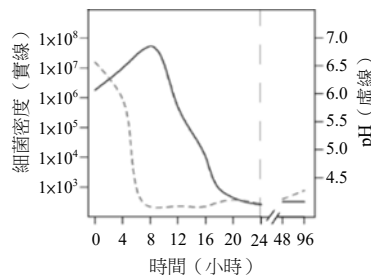


圖 8-X

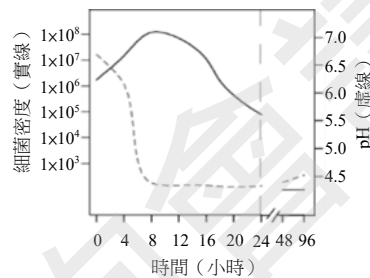


圖 8-Y

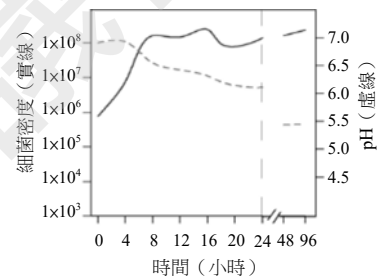


圖 8-Z

24. 為了不使 *Paenibacillus* sp. 發生「生態自殺」現象，採用下列哪一方法較易達成？

- (A) 使用抗生素控制族群大小
- (B) 在培養基增加葡萄糖濃度
- (C) 與同屬另一物種混合培養
- (D) 略加溫度以加速族群成長

（108 年研究用試卷）

參考答案：A

測驗目標：1d. 延伸的生物學知識

2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

2e. 推理因果關係與形成結論及模型的能力

3d. 根據科學文章做合理判斷的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。

BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。

BLb-Va-4 生態系中的非生物因子與生物因子、能量流轉與元素循環。

說明：

本題延伸生物與環境的交互作用，藉由生態自殺的現象與結果、搭配過程紀錄的圖表測驗學生科普文章理解與推估實驗變因的能力。

(A)根據文章，細菌（*Paenibacillus* sp.）自身會降低週遭環境的 pH 值，使得該環境不利於細菌生長，導致該族群大小會迅速下降。因此若以抗生素抑制細菌生長，使細菌在相對較慢的速度下成長，不至於造成 pH 值的迅速下降，則可有效避免產生生態自殺的現象。

1e.了解生物學發展之歷史中所探討的問題及結論

二. 演化生物學發展過程中，達爾文是重要的人物之一。他承襲著林奈（Linnaeus）、拉馬克（Lamarck）、馬爾薩斯（Malthus）、賴爾（Lyell）等概念，繼而影響著麥爾（Mayr）、懷塔克（Whittaker）等後來學者。達爾文發表的演化理論中，最重要的莫過於天擇理論。此理論之根本有五項重要觀察或論據（甲～戊）：

- （甲）族群如果沒有受限於環境，則其大小會以指數成長；
- （乙）自然界中的族群大小，通常維持在一個穩定水平；
- （丙）環境提供每一物種的生活資源通常不會是無限的；
- （丁）一個有兩種性別的族群，幾乎沒有完全雷同的個體；及
- （戊）個體間的表徵差異，至少有一部分是可以忠實地傳遞到後代個體。

根據前文及相關知識，回答下列問題。

1. 下列學者配對於演化生物學理論發展的影響，哪些正確？

- (A)林奈：建立生物之分類系統
- (B)拉馬克：駁倒林奈的演化分類系統
- (C)賴爾：主張生物對地質變動逐漸適應
- (D)麥爾：定義生物學上的物種概念
- (E)懷塔克：重新闡釋拉馬克的用進廢退說

（108 年研究用試卷）

參考答案：AD

測驗目標：1a.基本生物學知識

1e.了解生物學發展之歷史中所探討的問題及結論

測驗內容：必修生物 BGb-Vc-2 達爾文的演化理論。

加深加廣選修生物 BGb-Va-5 現代生物演化理論。

BMb-Va-8 從科學史的觀點，說明現代生物演化理論之發展歷程。

說明：

本題測驗科學史知識及不同學者之理論，藉由過往學者的重要觀點，可以理解

演化生物學發展受科學進展之影響，亦有助於演化生物學發展到其他學科。

(B) 拉馬克所提出的用進廢退說主張後天獲得的性狀可以遺傳。

(C) 賴爾為地質學家，發表地質學原理，闡述均變論觀點。

(E) 懷塔克提出五界分類方式。

二、測驗考生運用科學方法的能力

2a. 觀察、蒐集、整理資料並形成問題（或假說）的能力

某生利用兩個 600 毫升的礦泉水保特瓶來培養大團藻，甲瓶中有 5 公克土壤、200 毫升礦泉水；乙瓶中有 5 公克土壤、400 毫升礦泉水。兩瓶都加入一些大團藻活體，並使其密度相同，再用原來的瓶蓋密封，在相同溫度（20°C）及光照時間（10 小時）的環境中培養。每天觀察，並記錄族群的相對密度大小如圖 12。根據圖 12 回答下列問題。

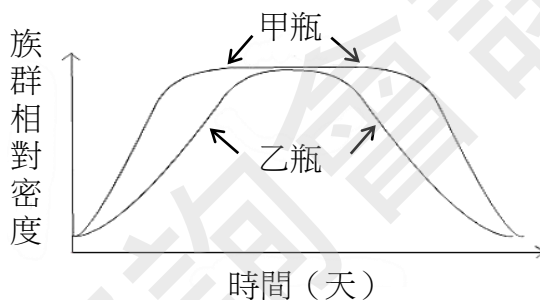


圖 12

32. 某生提出「瓶中氧氣含量不同導致甲、乙兩瓶中大團藻生長曲線的不同」，這樣的說法，在科學研究上，應屬於下列何者？

- (A) 觀察 (B) 假設 (C) 實驗 (D) 結論

(108 年研究用試卷)

參考答案：B

測驗目標：2a. 觀察、蒐集、整理資料並形成問題（或假說）的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BDb-Va-14 植物體對環境刺激的反應。

BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。

說明：

該題測驗學生透過圖表與題幹的說明，針對甲乙兩瓶不同的相對條件，透過對科學方法之了解，提出可被科學方法驗證之假說。

2b.設計及操作實驗的能力

閱讀一

人的血紅素在與氧結合以及沒有與氧結合的狀態，對不同波長光線的吸收有很大的差異。圖 6 中的兩曲線分別代表氧合血紅素(氧結合達飽和，寫為 HbO_2) 與去氧血紅素(完全沒有與氧結合， Hb) 對波長 500 nm~900 nm 的吸收光譜。可以看到在 900 nm 的遠紅外光時， Hb 的光吸收量顯著小於 HbO_2 的光吸收量。醫院中我們常看到的血氧機就是利用這樣的特性，醫護人員可隨時偵測病人的血紅素攜氧量，以評估病人的心肺功能。

圖 7 是血氧機設計原理的簡單示意圖；主要是利用兩個不同波長的光，照射手指尖皮膚下血管中的血液，並在手指尖的另一端放置一個光感知器來偵測光被吸收情形。

藉由偵測血紅素在不同的氧結合量時，對此兩種光源吸收量的差異，經計算之後推測當時血液中血紅素的氧量。閱讀上文後並輔以課本中動物呼吸的知識，試回答下列問題。

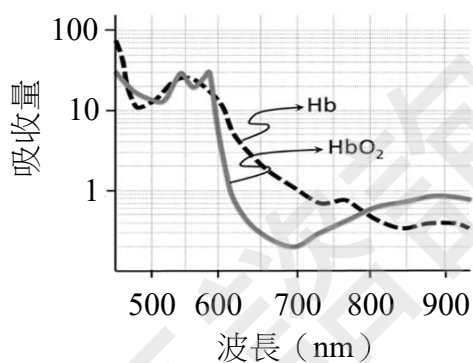


圖 6

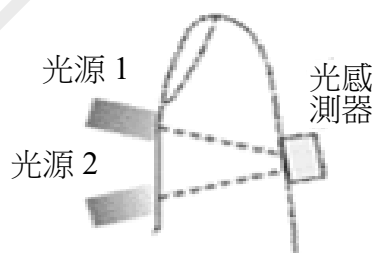


圖 7

17. 從圖 6 與文中介紹，除 900 nm 的遠紅外光適合做為血氧機的光源外，下列哪一個波長的光最適合做為另外一個光源？

- (A) 500 nm (B) 550 nm (C) 700 nm (D) 800 nm

(108 年研究用試卷)

參考答案：C

測驗目標：1c.日常生活中的生物學知識

2b.設計及操作實驗的能力

2c.了解實驗過程及檢測方法的能力

2d.彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

3d.根據科學文章做合理判斷的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。
BDb-Va-4 動物體對刺激的感應。

說明：

本題藉由血紅素在不同的氧結合量時，對光譜吸收量有差異，如何選擇最適波長以做為血氧機之設計基準。本題旨在測驗學生判讀圖表與實驗推測的能力。

2c.了解實驗過程及檢測方法的能力

29. 某生進行血液抹片觀察。他在顯微鏡的照片中加註元件名稱後，在撰寫的報告中貼上所使用顯微鏡與鏡中呈像的照片，如圖 9 所示。他在一張血球的顯微相片中測量血球之大小，直尺的標示單位為公分，如圖 10 所示。老師要求報告中須提供所有顯微相片的最終放大倍率值，若依課本中所述紅血球細胞直徑約 7.5 微米(μm)，則該生需在報告中寫入的血球顯微相片最終放大倍率約為幾倍？

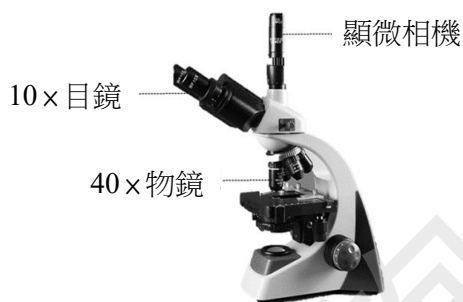


圖 9

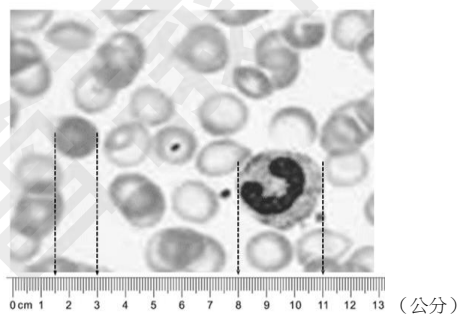


圖 10

(A) 40

(B) 400

(C) 1000

(D) 2000

(108 年研究用試卷)

參考答案：D

測驗目標：2c.了解實驗過程及檢驗方法的能力

2d.彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

測驗內容：必修生物 BDa-Vc-1 不同的細胞具有不同的功能、形態及構造。

說明：

本題測驗實驗操作過程與紀錄。其圖 10 中，左邊的細胞為紅血球，右邊為白血球。由紅血球測量值為 1.5 公分與實際大小 7.5 微米(μm)，得知其放大倍率為 2000 倍($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{cm}$)。本題由計算回推的方法，測驗同學對實驗過程之了解，需要順向學習具有一定之成效，才能有反思之素養能力。

2d.彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

30-31 題為題組

某生由 2008 年至 2017 年間，連續 10 年觀察學校附近的生物多樣性。他將資料整理出三個最常出現的物種（X，Y，Z），並將其餘數十種不等物種集中成為第四類（W）。然後加以分析，製成相對頻率圖如圖 11。

根據圖 11 回答下列問題。

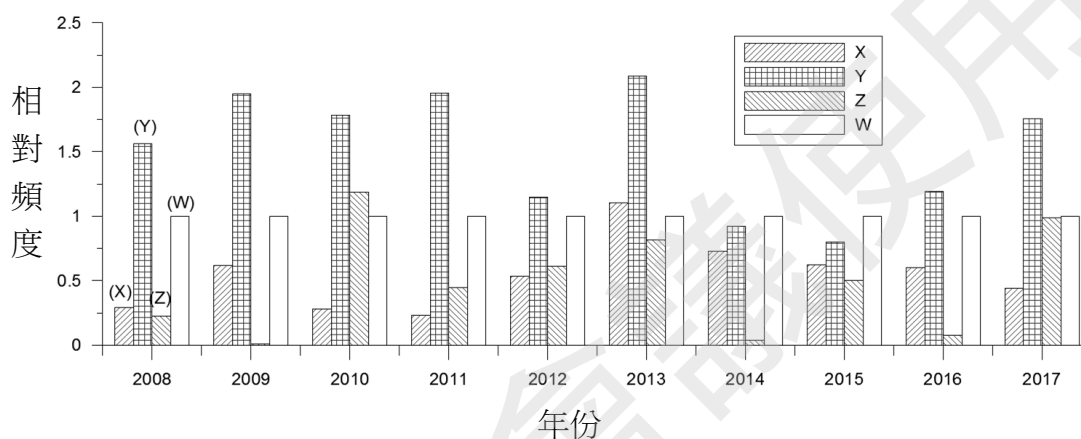


圖 11

30. 此圖所能表示的生物多樣性，下列何者最貼切？

(A) 基因多樣性

(B) 物種多樣性

(C) 生態系多樣性

(108 年研究用試卷)

參考答案：B

測驗目標：1a. 基本生物學知識

2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BGc-Va-1 生物多樣性包含遺傳多樣性、物種多樣性及生態系多樣性三個面向。

BGc-Va-3 物種多樣性。

說明：

本題藉由圖表歸納 10 年間物種出現的頻度，並測驗與生物多樣性之間的連結，以彰顯物種多樣性之定義以及生態推論之基本面向。

(A) 基因多樣性以等位基因為歸類單位。

(B) 物種多樣性以物種為歸類單位。

(C) 生態系多樣性以功能性單位為歸類單位。

2e.推理因果關係與形成結論及模型的能力

30-31 題為題組

某生由 2008 年至 2017 年間，連續 10 年觀察學校附近的生物多樣性。他將資料整理出三個最常出現的物種（X，Y，Z），並將其餘數十種不等物種集中成為第四類（W）。然後加以分析，製成相對頻率圖如圖 11。

根據圖 11 回答下列問題。

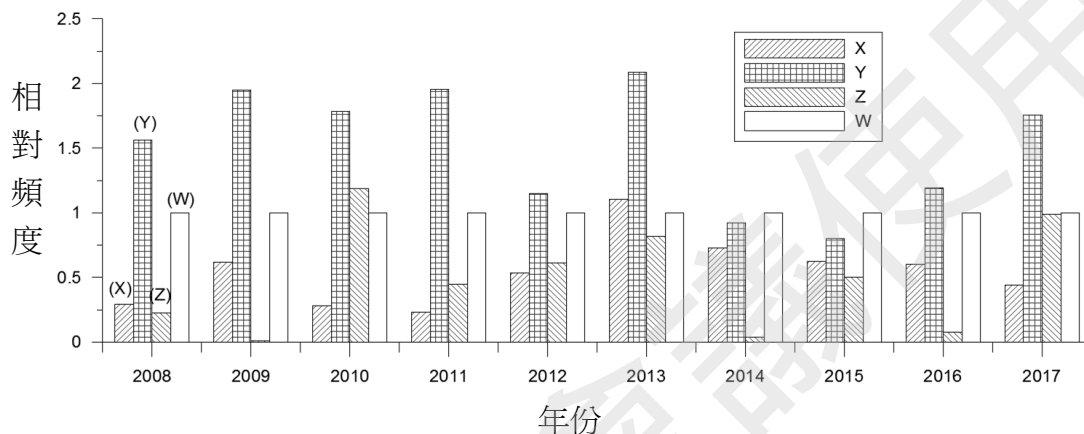


圖 11

31. 有關此圖所顯示之生態及演化上之意義，下列哪些正確？

- (A) X 在此棲地成動態平衡
- (B) Y 為本地最優勢物種
- (C) Z 會在數年內在本地消失
- (D) W 的目的是做為對照組
- (E) 物種歧異度最高的年度是 2009 年

(108 年研究用試卷)

參考答案：ABD

測驗目標：1a. 基本生物學知識

2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

2e. 推理因果關係與形成結論及模型的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BGc-Va-3 物種多樣性。

BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。

BLb-Va-3 群集中族群間的交互作用、群集結構及演替。

說明：

本題由多年複雜資料歸納為四個類別之時間序列圖。藉由 W 類做為參考點，

可推出各種數據的相對意義。本題藉由圖表歸納 10 年間物種出現的頻度測驗與生物多樣性間的連結，並測驗學生判讀圖表與探討背後意涵之能力。

- (A) 仔細觀察 X 物種可發現該物種數量呈現穩定的波動。故可推測是處於動態平衡之狀態。
- (B) Y 物種較其他物種相比其頻度最高，因此為最優勢物種。
- (C) Z 物種在 2009 年幾乎消失，但於 2010 年恢復，可見本物種的起伏雖大，卻無法根據此圖表結果推估 Z 物種就此消失。
- (E) 物種種類愈多表示物種歧異度愈大，而 2009 年的 Z 物種的相對頻度近乎為 0，因此歧異度不會較其他年份高。

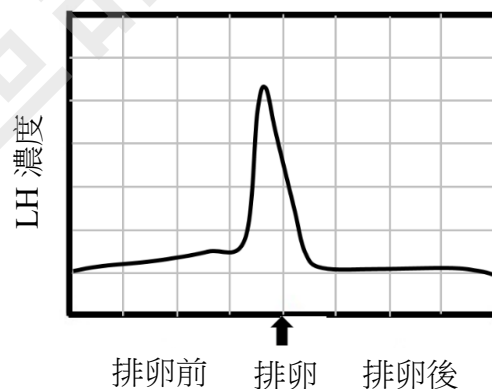
2f. 利用文字與圖表傳達科學研究結果的能力

五. 內分泌系統是人體內非常重要，可以管理全身恆定的系統。大腦中下視丘可以被視為內分泌系統中，調整許多不同激素的控制中心以及源頭。例如在母體生產的過程中，下視丘會合成催產素，釋放刺激子宮收縮，而子宮收縮在生產過程中，又可刺激下視丘合成以及後續釋放催產素。另外，在一般女性月經週期時，下視丘會分泌 GnRH，刺激腦垂腺前葉釋放 LH 以及 FSH。LH 以及 FSH 會刺激濾泡發育成熟，而濾泡會分泌動情素刺激 GnRH 的分泌。黃體則會釋放黃體素，抑制下視丘分泌 GnRH。根據短文敘述，回答下列問題。

3. 請畫出在排卵前後，體內血液中 LH 的濃度變化為何？並簡略解釋排卵前以及排卵後 LH 濃度變化的控制機制為何？

（108 年研究用試卷）

參考答案：



測驗目標：1a. 基本生物學知識

2e. 推理因果關係與形成結論及模型的能力

2f. 利用文字與圖表傳達科學研究結果的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BDb-Va-1 動物組織的構造與功能。

BDb-Va-2 動物體的器官系統之構造與功能。

BDb-Va-6 動物體的激素對生理作用調節。

說明：

本題旨在訓練同學圖示生物現象之能力，並了解荷爾蒙相互牽制或增益之關係。以排卵作為時間分水嶺，分別由不同回饋方式進行激素的調控。排卵前，GnRH 透過動情素正回饋（或增加）GnRH 分泌，促使 LH 量持續上升。排卵後，GnRH 透過黃體素負回饋（或抑制）GnRH 分泌，促使 LH 量下降。

三、測驗考生科學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力

3a.理解科學文獻內容的能力

閱讀二

首例經基因編輯的人類嬰兒於 2018 年誕生，並引起世人對此技術的關注，與對此研究倫理的討論。這項技術針對染色體 DNA 上的特定位置進行序列切除、插入或置換。其原理是對特定 DNA 位置的辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶（ZFN）、類轉錄活化因子核酸酶（TALEN）以及 CRISPR/Cas9。當雙股 DNA 斷裂時，細胞核內的修復系統便會啟動，並嘗試重新黏合斷裂的 DNA。此種修復方式稱為非同源性末端接合。在黏合的過程中可能發生錯誤而在目標 DNA 上造成缺失或插入性突變。在修復斷裂的雙股 DNA 時，細胞也可利用與切口兩端相同的序列進行同源重組來修復 DNA。首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9 對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行剔除。此計畫下誕生了一對雙胞胎。她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，但可能皆使 *CCR5* 失去功能。愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 而失去對人的感染力。然而，對基因編輯可能產生的影響未有足夠的了解之前，貿然對人類進行基因編輯的風險，以及計畫執行者是否對受試者揭露充分的相關資訊皆使此一計畫充滿爭議。

21. 從文中判斷首例基因編輯嬰兒的誕生所採取的基因編輯經歷下列哪一過程？

- (A) 以 TALEN 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂
- (B) 以 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造單股 DNA 斷裂
- (C) 以非同源性末端接合進行 DNA 修復
- (D) 以同源重組進行 DNA 修復

（108 年研究用試卷）

參考答案：C

測驗目標：1d.延伸的生物學知識

3a.理解科學文獻內容的能力

3d.根據科學文章做合理判斷的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 B Ga-Va-3 遺傳訊息的複製。

B Ga-Va-7 生物科技的應用。

說明：

本題以第一個基因編輯的人類嬰兒為例子，提供同學瞭解有關生物學的新訊息。

測驗學生對科學文章的理解能力。

(A) 是以 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂。

(B) 是雙股 DNA 斷裂，不是單股。

(C) 可由文章第六行得知。

(D) 此種修復方式稱為非同源性末端接合。

3b.理解資料的產生過程和查核的能力

15. 下列哪些特性是華生與克里克藉由弗蘭克林所拍攝的 X 光繞射圖所獲得的啟示性推論？

(A) 嘌呤需要配對嘧啶

(B) 含氮鹼基在外，五碳醣在內

(C) 由兩條平行反向的雙股螺旋組成

(D) 五碳醣以及含氮鹼基的平面互為平行

(E) 磷酸用來連接五碳醣以及含氮鹼基

(108 年研究用試卷)

參考答案：AC

測驗目標：1a.基本生物學知識

3b.理解資料的產生過程和查核的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 B Gb-Va-1 遺傳的染色體學說的建立。

B Gb-Va-2 確認 DNA 為遺傳物質的歷程。

B Mb-Va-6 從科學史的觀點，探討 DNA 分子結構模型之發展歷程。

說明：

藉由理解 DNA 雙股螺旋結構，反思科學發展過程如何排除不同論點之模型，最終被科學界所普遍接受，並成為科學發展主流方向及進程。華生與克里克由 X 光繞射圖中能推測 DNA 是兩條平行的雙股螺旋結構，且可推論嘌呤與嘧啶配對。以

下各選項的正確解析如下：

- (B) 含氮鹼基在內，五碳醣在外
- (D) 五碳醣以及含氮鹼基的平面不互為平行
- (E) 五碳醣以及含氮鹼基直接相連

3d. 根據科學文章做合理判斷的能力

閱讀四

水稻是亞洲人的主要糧食作物，將野生型水稻與栽培型水稻雜交時常會造成無法產生後代的雜交不稔現象，這樣的遺傳障礙會妨礙將野生型水稻中有利的基因導入栽培型水稻中，以形成雜交型水稻。為了瞭解這種妨礙基因轉殖的屏障，最新的研究報告指出野生型水稻與栽培型水稻之間雜交不稔主要由數量性狀基因座（quantitative trait locus, QTL）所決定；這組 QTL 含有 2 個基因，皆表現在配子發生時；其中一個基因產生一個毒性分子，會影響花粉的發育，而另一個基因則產生一個解毒分子，是花粉存活所必需。因此，這組 QTL 的遺傳特性能夠成為引導產生種子演化發展的基礎，促進生殖隔離。根據上述短文回答下列問題。

28. 下列有關雜交型水稻的敘述，哪些正確？
- (A) 可含有有利的性狀，如生長勢良好和具有抗病性
 - (B) 經由基因遺傳工程產生
 - (C) 不經由 QTL 調控
 - (D) 具有逆境下生存競爭的優勢
 - (E) 經由單基因遺傳

（108 年研究用試卷）

參考答案：AD

測驗目標：1a. 基本生物學知識

3a. 理解科學文獻內容的能力

3d. 根據科學文章做合理判斷的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BGa-Va-5 基因表現的調控。

BGa-Va-6 遺傳變異。

BGa-Va-7 生物科技的應用。

說明：

本題以雜交型水稻為例，測驗基因調控對於演化影響之相關概念。

- (A) 在形成雜交型水稻的過程中，野生型水稻會將有利的基因導入栽培型水稻中。

- (B) 雜交型水稻為栽培型水稻與野生型水稻雜交產生。
- (C) 數量性狀基因座 (QTL) 調控水稻的配子，促進生殖隔離，故無論是雜交型、野生型、栽培型，皆受到 QTL 調控。
- (E) 主要經由數量性狀基因座 (QTL) 調控。

3e. 綜合與評價科學資料的能力

閱讀二

首例經基因編輯的人類嬰兒於 2018 年誕生，並引起世人對此技術的關注，與對此研究倫理的討論。這項技術針對染色體 DNA 上的特定位置進行序列切除、插入或置換。其原理是對特定 DNA 位置的辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶 (ZFN)、類轉錄活化因子核酸酶 (TALEN) 以及 CRISPR/Cas9。當雙股 DNA 斷裂時，細胞核內的修復系統便會啟動，並嘗試重新黏合斷裂的 DNA。此種修復方式稱為非同源性末端接合。在黏合的過程中可能發生錯誤而在目標 DNA 上造成缺失或插入性突變。在修復斷裂的雙股 DNA 時，細胞也可利用與切口兩端相同的序列進行同源重組來修復 DNA。首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9 對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行剔除。此計畫下誕生了一對雙胞胎。她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，但可能皆使 *CCR5* 失去功能。愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 而失去對人的感染力。然而，對基因編輯可能產生的影響未有足夠的了解之前，貿然對人類進行基因編輯的風險，以及計畫執行者是否對受試者揭露充分的相關資訊皆使此一計畫充滿爭議。

22. 下列哪些是基因編輯嬰兒計畫的可能風險？
- (A) *CCR5* 上的突變無法遺傳給下一代
 - (B) 失去 *CCR5* 功能對人的健康產生影響
 - (C) 以基因編輯技術產生的突變較自然發生的突變不穩定
 - (D) 基因編輯後的 *CCR5* 基因轉譯出具新功能的 *CCR5* 蛋白
 - (E) 除了 *CCR5* 基因，染色體 DNA 上有其它可被核酸酶辨識的序列，因而在非目標 DNA 上造成突變

(108 年研究用試卷)

參考答案：BDE

測驗目標：1d.延伸的生物學知識

3d.根據科學文章做合理判斷的能力

3e.綜合與評價科學資料的能力

測驗內容：加深加廣選修生物 BGa-Va-3 遺傳訊息的複製。

BGa-Va-4 遺傳訊息的轉錄與轉譯。

BGa-Va-7 生物科技的應用。

說明：

本題測驗基因編輯嬰兒計畫的過程與原理。學生能否基於 DNA 修改的知識，佐以科學文章的理解，來推估新技術的產生對人類社會發展是否有未知影響，而有相關之疑慮。本題意在彰顯科學之有限性，以及無窮之希望性。

(A) 文章只提及使用 CRISPR/Cas9 剔除人類愛滋病毒受器基因 *CCR5*，使得誕下的人類 *CCR5* 基因上有突變，若該人類能夠存活並能夠產生子代，則其子代很有可能會得到 *CCR5* 突變基因。

(B) 目前對 *CCR5* 蛋白的功能尚不完全了解。

(C) 基因編輯所產生的突變與一般情況造成的突變類似，不會較不穩定。

(E) DNA 上同樣的序列在基因體上很容易重複出現，可被核酸酶辨識系統辨識，進而在非目標 DNA 上造成突變。

附錄一、必修科目「基礎生物」測驗內容大綱

主題	次主題	學習內容
生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)	BDa-Vc-1 不同的細胞具有不同的功能、形態及構造。
		BDa-Vc-2 原核細胞與真核細胞的構造與功能。
		BDa-Vc-3 ATP 是提供細胞生理作用所需能量的直接來源。
		BDa-Vc-4 光合作用與呼吸作用的能量轉換關係。
		BDa-Vc-5 真核細胞與細胞週期包括間期與細胞分裂期。
		BDa-Vc-6 真核細胞的細胞分裂。
		BDa-Vc-7 有絲分裂的過程。
		BDa-Vc-8 動物生殖細胞一般需經過減數分裂的過程形成配子。
		BDa-Vc-9 多細胞生物的受精卵經由有絲分裂與細胞分化的過程，形成不同類型的細胞。
演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)	BGa-Vc-1 孟德爾遺傳法則中，性狀與遺傳因子之關係。
		BGa-Vc-2 孟德爾遺傳法則的延伸。
		BGa-Vc-3 遺傳的染色體學說之發展歷程。
		BGa-Vc-4 性聯遺傳。
		BGa-Vc-5 遺傳物質為核酸。
		BGa-Vc-6 分子遺傳學的中心法則。
		BGa-Vc-7 同一性狀具有不同的表徵。
	演化 (Gb)	BGb-Vc-1 生物性狀的表徵比例會變動。
		BGb-Vc-2 達爾文的演化理論。
		BGb-Vc-3 共同祖先的概念對生物分類系統之影響。
	BGb-Vc-4 演化證據對生物分類系統演變之影響。	
	BGb-Vc-5 在地球上的生物經演化過程而形成目前的生物多樣性。	

主題	次主題	學習內容
科學、科技、社會及人文 (M)	科學發展的歷史 (Mb)	BMb-Vc-1 細胞學說的發展歷程。 BMb-Vc-2 孟德爾依據實驗結果推論遺傳現象的規律性。 BMb-Vc-3 性染色體的發現。 BMb-Vc-4 演化觀念的形成與發展。
	科學在生活中的應用 (Mc)	BMc-Vc-1 基因轉殖技術的應用。

附錄二、選修科目「選修生物」測驗內容大綱

主題	次主題	學習內容（加深加廣選修）
生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)	BDa-Va-1 細胞的分子組成。 BDa-Va-2 生物膜的構造與功能。 BDa-Va-3 酶的功能與影響酶活性的因素。 BDa-Va-4 呼吸作用包括有氧呼吸、無氧呼吸及發酵作用。 BDa-Va-5 能量流轉與生命維持的關係。 BDa-Va-6 細胞的生命歷程。
	動物植物的構造與功能 (Db)	BDb-Va-1 動物組織的構造與功能。 BDb-Va-2 動物體的器官系統之構造與功能。 BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。 BDb-Va-4 動物體對刺激的感應。 BDb-Va-5 動物體的神經系統對生理作用調節。 BDb-Va-6 動物體的激素對生理作用調節。 BDb-Va-7 動物體的防禦構造與功能。 BDb-Va-8 動物體的生殖與胚胎發育。 BDb-Va-9 植物體的組成層次。 BDb-Va-10 光合作用包括光反應與固碳反應。 BDb-Va-11 植物體的生殖。 BDb-Va-12 植物體內的物質運輸。 BDb-Va-13 植物激素會調節植物體的生理作用。 BDb-Va-14 植物體對環境刺激的反應。
地球環境 (F)	生物圈的組成 (Fc)	BFc-Va-1 生態學的研究層級主要為個體、族群、群集、生態系及生物圈。 BFc-Va-2 臺灣主要的生態系可分為自然與人工生態系。

主題	次主題	學習內容（加深加廣選修）
演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)	BGa-Va-1 遺傳的染色體學說建立。 BGa-Va-2 確認 DNA 為遺傳物質的歷程。 BGa-Va-3 遺傳訊息的複製。 BGa-Va-4 遺傳訊息的轉錄與轉譯。 BGa-Va-5 基因表現的調控。 BGa-Va-6 遺傳變異。 BGa-Va-7 生物科技的應用。
	演化 (Gb)	BGb-Va-1 生源說與無生源說的爭論歷程。 BGb-Va-2 從無機物到有機物的演變，探討生物起源的過程。 BGb-Va-3 原核細胞形成的演化歷程。 BGb-Va-4 真核細胞形成的演化歷程。 BGb-Va-5 現代生物演化理論。 BGb-Va-6 族群遺傳學。 BGb-Va-7 演化與物種形成。
	生物多樣性 (Gc)	BGc-Va-1 生物多樣性包含遺傳多樣性、物種多樣性及生態系多樣性三個面向。 BGc-Va-2 遺傳多樣性。 BGc-Va-3 物種多樣性。 BGc-Va-4 生態系多樣性。 BGc-Va-5 造就臺灣生物多樣性的因素。 BGc-Va-6 生物多樣性的保育。
生物與環境 (L)	生物與環境的交互作用 (Lb)	BLb-Va-1 生態學的研究層級。 BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。 BLb-Va-3 群集中族群間的交互作用、群集結構及演替。 BLb-Va-4 生態系中的非生物因子與生物因子、能量流轉及元素循環。

主題	次主題	學習內容（加深加廣選修）
科學、科技、社會及人文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)	BMa-Va-1 探討代理孕母的倫與法律問題。 BMa-Va-2 探討人類基因組計畫及其意義與重要性。
	科學發展的歷史 (Mb)	BMb-Va-1 從科學史的觀點，探討生物膜的模型之發展歷程。 BMb-Va-2 從科學史的觀點，探討生長素發現過程的相關實驗。 BMb-Va-3 從科學史的觀點，說明遺傳的染色體學說之發展歷程。 BMb-Va-4 從科學史的觀點，探討聯鎖的相關實驗與推論。 BMb-Va-5 從科學史的觀點，探討確認 DNA 為遺傳物質之發展歷程。 BMb-Va-6 從科學史的觀點，探討 DNA 分子結構模型之發展歷程。 BMb-Va-7 從科學史的觀點，探討 DNA 複製為半保留複製模式之發展歷程。 BMb-Va-8 從科學史的觀點，說明現代生物演化理論之發展歷程。
	科學在生活中的應用 (Mc)	BMc-Va-1 生物科技的應用。 BMc-Va-2 以生態學的理论為基礎，規劃保育策略。 BMc-Va-3 可以實際案例，由研究、教育、立法或行政等方面來探討生物多樣性的保育。
資源與永續發展 (N)	永續發展與資源利用 (Na)	BNa-Va-1 棲地零碎化造成的邊緣效應對物種多樣性之影響。 BNa-Va-2 入侵外來種對物種多樣性之影響。

NOTE

分區諮詢會議使用

NOTE

分區諮詢會議使用

發言條

發言內容

發言內容					
服務單位		職稱		簽名	



著作權屬財團法人大學入學考試中心基金會所有，可供非營利目的使用，轉載請註明出處

10673 臺北市大安區舟山路237號 • (02) 2366-1416

<http://www.ceec.edu.tw/>



大學入學考試中心
College Entrance Examination Center