

素養導向「紙筆測驗」要素與範例試題(定稿版)

壹、 核心素養之定義與素養導向「紙筆測驗」之要素

一、 核心素養定義與實踐

《十二年國民基本教育課程發展指引》定義「核心素養是指一個人為適應現在生活及未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。...核心素養的表述可彰顯學習者的主體性，不再只以學科知識作為學習的唯一範疇，而是關照學習者可整合運用於「生活情境」，強調其在生活中能夠實踐力行的特質」（國家教育研究院，103年1月）。

《十二年國民基本教育課程發展建議書》（國家教育研究院，103年1月）亦指出「核心素養是指知識、能力和態度的綜合表現。...素養的培養應該適當的結合情境學習、專題導向、生活實踐等教學」（第15頁）。且「核心素養的培養有賴課程、教學與評量的有效連結」（第20頁）。

素養導向評量旨用以評估、回饋與引導素養導向課程與教學之實施。素養導向評量之「導向」二字意味著期望透過適當的評量實務，引導並落實能夠培養學生核心素養和領域 / 科目核心素養的課程與教學。

二、 常見問題

- （一）推廣素養導向評量後，紙筆測驗是否不再考基本知識與能力？
- （二）在紙筆測驗中加入素養導向的評量試題就能夠培養核心素養嗎？
- （三）素養導向評量強調真實情境中的應用，每個人的真實情境都不同，該如何界定？
- （四）素養導向紙筆測驗的試題似乎都很長，學生光是看完題目就花掉很久的時間，這樣真的測得到學生的能力嗎？

三、 素養導向紙筆測驗之要素

素養導向試題的目的是為了引導素養導向的教學，素養導向教學的目的是培養核心素養。在實踐素養導向教學過程中，教師該問學生或學生該問自己的問題，就是好的素養導向試題。適當設計的素養導向試題，除了可讓現場老師掌握核心素養精神，進而調整教學，最後讓素養導向教學的效果反映在學生的評量成果上。建議以下列兩項基本要素作為素養導向試題命題之依據（範例試題請見附錄三）：

- （一）佈題強調真實的情境與真實的問題：以往的紙筆測驗多著墨於知識和理解層次的評量，素養導向則較強調應用知識與技能解決真實情境脈絡中的問題。除了真實脈絡之外，素養導向試題應盡可能接近真實世界（包含日常生活情境或是學術探

究情境)中會問的問題。

(二) 評量強調總綱核心素養或領域 / 科目核心素養、學科本質及學習重點：

- (1) 跨領域核心素養係指如總綱所定義三面九項中所指出之符號運用、多元表徵、資訊媒體識讀與運用以及系統性思考等跨領域 / 科目的共同核心能力，並非專指跨領域 / 科目的題材。
- (2) 各領域 / 科目的素養導向評量強調「學習表現」和「學習內容」的結合，並應用於理解或解決真實情境脈絡中的問題。

四、 素養導向紙筆測驗相關疑義

- (一) 要點 1 中的真實情境泛指在日常生活、學習脈絡或學術探究中可能遭遇的問題情境；包括學生親身經歷過的、未來可能經歷的，或是他人的經驗但值得參考的各種問題情境。素養導向評量強調透過選擇合理且適當的問題情境、讓學生了解所學與其生活或職涯發展的關係，以正向引導學生的學習動機。透過素養導向試題，可讓學生體會到學習是有用的，進而提升學習的興趣；然而不合理或不必要的問題情境則可能導致學生質疑學習的必要與重要性。
- (二) 有些基本知識或能力被視為是素養培育的重要基礎，因此領域 / 科目評量不一定完全採素養導向的情境題，但應儘可能避免需透過機械式記憶與練習之題目。
- (三) 處理複雜訊息不僅是因應未來世界的重要能力，也是素養導向學習的目標之一。真實世界的訊息，並非都是簡單明瞭的訊息，尤其是在數位時代的學習，面對各種未過濾的資訊，人們必須能夠從中判斷重要的資訊、篩選正確的訊息以解決問題。因此，相較於傳統試題，素養導向試題的題目通常會比較長；然而，經適當設計，素養導向的題目也可以利用簡短或少量的訊息，引發核心素養的練習 (如範例 1)。

範例 1：志華在其科學探究活動報告的【研究結果】中，利用圖 1 說明他的主要發現。請寫下志華可能的探究問題和研究假設，並為附圖命名。

研究問題：_____

研究假設：_____

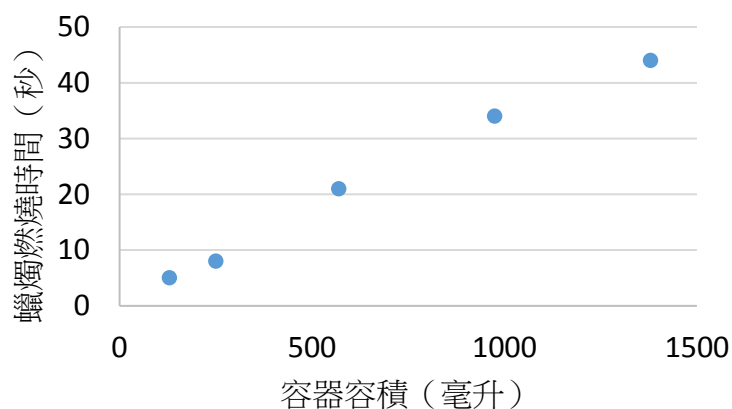


圖 1：_____

範例 1

五、其他說明

本文件主要針對高風險考試的素養導向紙筆測驗提供檢核要素，關於課室內的定期與不定期素養導向多元評量示例未來將納入新課綱教學指引。以下基於素養導向的評量推動過程中常被提出的問題，以及在評量設計容易有的問題，提出相關說明：

- (一) 素養導向評量可以單題命題，未必要以題組的型態來進行，題幹也不見得要很冗長才能稱為素養試題。
- (二) 知識、理解、技能常被視為應用的基礎，有些基本知識、概念和技能是素養培育的重要基礎，因此在學科評量不一定完全採素養導向的情境題，尤其是學校內的形成性評量，應列入一定比例的基本知識、概念、能力之評量題目，但評量時也應兼顧學生是否理解能習得知識之目的，因此應該要有一定比例的素養題，才能讓學生體會到學習是有用的，進而提升學習的興趣，符應素養導向的十二年國民基本教育之課綱。
- (三) 本文以及文中範例，僅針對紙筆測驗進行範例說明，核心素養的培養應透過多元化的教學與學習情境（如實作、合作問題解決、專題研究等），輔以多元化的評量方式（如實作評量、檔案評量、動態評量等）長期培養，尤其是需要歷程觀察

的評量，是紙筆測驗難以達成的限制。

- (四) 態度是核心素養的重要面向之一。態度包含心理面向上的喜好、立場與價值觀，以及行為面向的習慣與實踐。課室中的定期與不定期評量建議應採多元方式（如行為觀察、晤談、檢核表或自評表）進行態度的評量，惟在高風險的紙筆測驗較不容易納入此一部分。

六、重點摘要

- (一) 紙筆測驗應包含素養導向試題，也應保留評量重要知識與技能的試題，但應盡量避免機械式記憶與練習之題目。
- (二) 素養導向的紙筆測驗強調運用跨領域核心素養或是領域 / 科目核心素養以理解或決真實情境中的問題。
- (三) 素養導向試題的設計應盡量符合真實而合理的問題情境，避免不合理或不必要的情境安排。

附錄：範例試題

一、國語文閱讀素養範例試題

(一) 題組一

題目名稱	一二三．木頭鳥 (搭配課程手冊第三版示例 pp.76-83)
情境範疇	個人 - 環境
題幹	近年來，我們在都市綠地常能觀察到黑冠麻鷺，但在過去牠其實並不常見，還曾被列為臺灣的稀有鳥類呢！直到這幾十年，黑冠麻鷺在臺灣的族群數量才大幅成長，不過目前在其他國家，許多賞鳥人想要一睹牠的廬山真面目還不是件容易的事。全世界麻鷺屬 (<i>Gorsachius</i>) 的鳥類共有四種，習性都非常害羞，大多在森林中活動且數量稀少，是極不容易觀察的鳥類。其中，黑冠麻鷺的主要活動區域在東南亞、南亞地區及南洋群島，但在這些地區也不容易觀察到黑冠麻鷺。從前，臺灣的黑冠麻鷺只棲息在靠近溪流的低海拔樹林中，不過近十年來牠逐漸適應都市，成為臺灣綠地常見也容易觀察的鳥類。因此，臺灣成為世界上最容易觀察到野生黑冠麻鷺的地方，每年都有許多國外賞鳥者特地來這座寶島，探訪這難得一見的有趣大鳥。 黑冠麻鷺是鷺科 (<i>Ardeidae</i>) 鳥類，體長大約四十五公分，顧名思義，牠的頭頂有著黑色羽冠，臉上也像戴著藍色面具，尤其在繁殖期，雄鳥的臉部會呈現顯眼的深藍色，而雌鳥則為淺藍色。當繁殖期結束，牠們的臉部就會變成淡藍綠色，所以我們可以從牠們臉部的顏色變化來初步判斷牠們的性別及繁殖階段。黑冠麻鷺的臉頰、頸部都是紅褐色，背部及翅膀上的羽毛以栗褐色為主，並且摻雜黑色細紋，當牠佇立不動時，乍看之下還真的與木頭有些相似呢！當黑冠麻鷺伸長脖子以正面朝向我們，可以發現牠的喉部到腹部中央有一條明顯的黑褐色縱紋。因此，黑冠麻鷺躲藏到較高的草叢並且伸長脖子時，常能與草叢融為一體，讓我們不容易發現牠。無疑的，牠也是一位厲害的躲藏高手！雖然黑冠麻鷺雄、雌鳥的外型差異不大，但成鳥與亞成鳥有明顯的差異。亞成鳥的頭部與頸部主要為黑褐色，背側與翅膀上的羽毛呈灰褐色，全身都夾雜許多白斑。有趣的是，過去的觀察報告發現，黑冠麻鷺在亞成鳥階段就已經可以繁殖囉！ 不管在白天或黑夜，都是黑冠麻鷺的活動時間，但主要集中在傍晚。除了繁殖與餵養小鳥之外，牠們大多是單獨活動。此外，我們常能觀察到黑冠麻鷺專心的盯著草地看，這是因為牠們正準備捕捉大餐！當草地上一有風吹草動，牠們就會以迅雷不及掩耳的速度上前捕捉獵物，飽食一頓。黑冠麻鷺最愛的食物是蚯蚓，其他像是昆蟲、青蛙、蜥蜴等，也都是牠們菜單上的佳肴。下雨過後，土壤中的蚯蚓容易鑽出地面，此時正是黑冠麻鷺大啖美食的

	最好時機，所以雨後的草地上，我們總能看到黑冠麻鷺努力與蚯蚓相互拔河的有趣畫面。另外，傍晚時分在公園或校園散步時，大家是否曾聽過單調且低沈的「嗚—嗚—」聲呢？原來黑冠麻鷺的雄鳥正在樹上大肆鳴唱，這也是牠用來吸引母鳥的求偶方式。不只如此，雄鳥與雌鳥的求偶展示行為也非常有趣，牠們會豎起頭上的黑色羽冠及頸部羽毛，此時牠們的脖子有如雞毛撢子一般，而類似的展示行為，在黑冠麻鷺受到威脅或干擾時，也偶爾會出現。 黑冠麻鷺從過去在臺灣被列為稀有留鳥，到現在已經成為容易觀察的都市綠地野鳥，表示大家越來越重視環境保育意識，並且提供許多綠地讓鳥兒們休憩、覓食及躲藏。這樣不僅能保護野生動物，也能間接提高我們的生活品質。臺灣已經成為全世界最容易觀察到黑冠麻鷺的地方，希望大家發現牠們時，可以駐足觀察牠們有趣的行為，並友善的對待牠們，讓這群可愛的木頭鳥持續在臺灣的綠地帶給我們許多歡樂與驚奇！
問題一	根據本文敘述，在哪個時間、地點比較容易看到黑冠麻鷺？ ① 清晨濕地 ② 午間河岸 ③ 傍晚草地 ④ 夜晚高山
答案	③
學習內容	Ac-IV-3 文句表達的邏輯與意義
學習表現	5-IV-2 理解各類文本的句子、段落與主要概念，指出寫作的目的與觀點（此題僅針對「理解文本的句子、段落與主要概念」）
試題概念與分析	本文第三段提到「不管在白天或黑夜，都是黑冠麻鷺的活動時間，但主要集中在傍晚。除了繁殖與餵養小鳥之外，牠們大多是單獨活動。此外，我們常能觀察到黑冠麻鷺專心的盯著草地看，這是因為牠們正準備捕捉大餐！」評量學生是否有確實讀到「主要集中在」和「常能觀察」兩項訊息。
問題二	黑冠麻鷺被稱之為「木頭鳥」的主要原因為何？請從文章中找證據，以支持你所判斷黑冠麻鷺被稱為「木頭鳥」的主要原因。
評分準則	<u>2 分</u>：正確答出毛色與行為的相關內容。 (1)毛色：黑冠麻鷺的臉頰、頸部都是紅褐色，背部及翅膀上的羽毛以栗褐色為主，並且摻雜黑色細紋。 (2)行為：當牠佇立不動時，乍看之下還真的與木頭有些相似呢！ <u>1 分</u>：僅答出毛色或行為其中一項。 <u>0 分</u>：答案錯誤或其他答案。

學習內容	Ac-IV-3 文句表達的邏輯與意義
學習表現	5-IV-2 理解各類文本的句子、段落與主要概念，指出寫作的目的與觀點（此題僅針對「理解文本的句子、段落與主要概念」）
試題概念與分析	摘要文本中的重點訊息。從文本描述黑冠麻鷺的各種訊息中，找出與「木頭鳥」相關的證據，包含黑冠麻鷺的毛色與木頭的顏色相近，以及黑冠麻鷺靜止不動時，像木頭。
問題三	小如在校園的樹下發現一隻黑冠麻鷺，拍照和同學們分享。 鳥的成長階段分為雛鳥、亞成鳥、成鳥。根據本文所描述的黑冠麻鷺外型特徵，你判斷牠屬於哪一個成長階段？並請說明理由。 
評分準則	<u>2 分</u>：正確答出亞成鳥與全身夾雜許多白斑的相關內容。 <u>1 分</u>：僅答出亞成鳥或白斑其中一項。 <u>0 分</u>：答案錯誤或其他答案。
學習內容	Ad-IV-1 篇章的主旨、結構、寓意與分析
學習表現	5-IV-4 應用閱讀策略增進學習效能，整合跨領域知識轉化為解決問題的能力 5-IV-5 大量閱讀多元文本，理解重大議題內涵及其與個人生活、社會結構的關聯性。
試題概念與分析	本題透過文圖轉換，評量學生是否能將文本中所描述黑冠麻鷺的特徵運用於真實生活情境。學生須區辨文本中有關黑冠麻鷺在不同成長階段的體徵描述，並比對文本中的文字訊息與題幹圖片有何相符之處，進而判斷圖片中的黑冠麻鷺屬於哪一個成長階段。

(二) 題組二

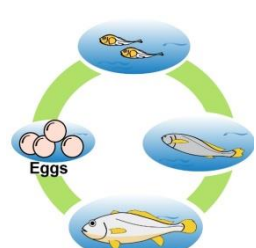
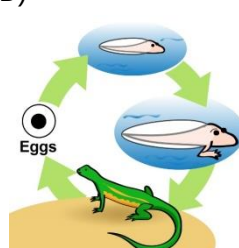
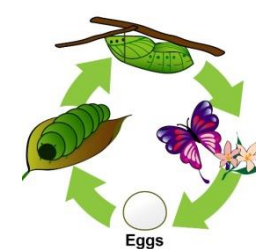
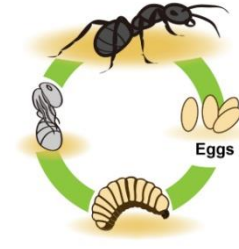
題目名稱	食安
情境範疇	公共 - 科技
題幹	[1]有關糖與脂肪對心臟危害的相關辯論，早在 1960 年代就已經出現。但最新出爐的文件分析指出，美國糖業在當時就開始資助糖在心臟病扮演角色的研究，試圖將部分原因指向脂肪。 [2]哈佛研究團隊於 1967 年將評論發表在著名醫學期刊《新英格蘭醫學雜誌》，結論指出心臟疾病與糖無關，與膽固醇及脂肪則高度相關，因此要預防心臟病，飲食方面「毫無疑問」只需要降低膽固醇和飽和脂肪的攝取。而後，關於糖類與心臟疾病之間的討論便逐漸平息。然而，哈佛團隊並沒有公開自己的贊助者就是糖研究基金會。 [3]有不少食品業者都會贊助科學研究，例如可口可樂、家樂氏業者及農產品團體會定期資助研究，並表示會遵照科學標準。受贊助的研究人員也覺得，在公家資助競爭日益激烈下，業界的贊助確實十分重要。 [4]不過批評者指出，他們的影響力持續發酵，讓許多低脂肪飲食獲得一些健康權威專家背書，這幾乎可說是不加掩飾地行銷低脂肪、高糖分食品，使得改善公眾健康所做的努力都白費了。長期批判業界資助科學的紐約大學營養學教授奈賽爾說：「不論是不是故意操縱，食品公司的贊助會減低大眾對營養科學的信任。」
問題一	糖業者為什麼願意贊助心臟病的相關研究？ ①有助於研發適合心臟病患者的食品 ②為了隱匿自家產品可能導致心臟病的事實 ③想掩蓋攝取過多脂肪是心臟病發生的主因 ④可得知更多有關心臟病患者飲食習慣的資訊
答案	②
學習內容	Ad-IV-1 篇章的主旨、結構、寓意與分析
學習表現	5-IV-2 理解各類文本的句子、段落與主要概念，指出寫作的目的與觀點（此題僅針對「理解文本的句子、段落與主要概念」）
試題概念與分析	本題透過推論文章中重要概念，測驗學生是否能理解全文的主旨，並進一步推論出文章沒有直接陳述的隱含訊息。

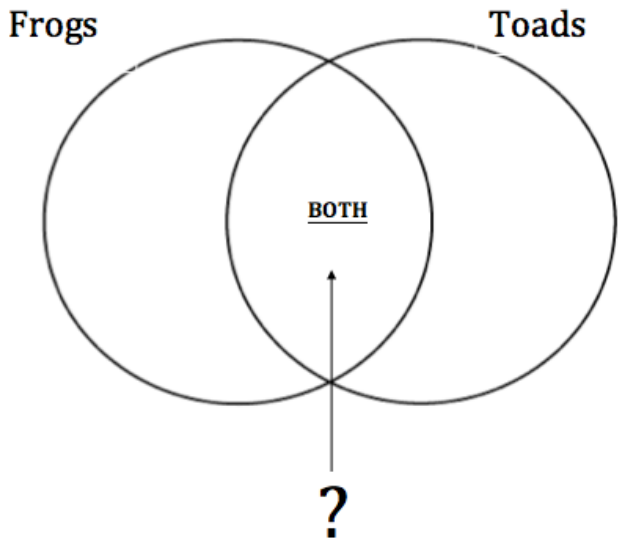
問題二	下圖是王小明臉書的畫面，請根據下方的留言，你認為哪一個人最有可能是糖業老闆？  王小明 2小時 · 1 人 · ▼ 暑假回來陪爺爺住幾天，他心臟不太好，爸爸交代要注意他的飲食。剛剛去附近商店買了一些食品，有些標示高纖無糖，有些標示零脂肪……不知道哪些東西爺爺能吃呢？在網路上看到很多有關心臟病患飲食的文章，可是眾說紛紜，不知道該相信哪一個，真煩惱！ 讚 留言 分享  王大明 爺爺膽固醇過高，幫爺爺準備吃的東西要特別注意喔！假日我和媽媽就回去了！ 讚 · 回覆 · 2小時  陸仁甲 血液中膽固醇過高，主要還是因為遺傳的關係，跟攝取多少脂肪根本就毫無關係 讚 · 回覆 · 2小時  洪麻乙 所有證據都指出，攝取過多脂肪會造成心臟負擔，這項研究能幫助我們洗刷冤屈 讚 · 回覆 · 2小時  胡交丙 業者贊助的研究發表後，得出的結果往往可以影響大家對飲食習慣的認知 讚 · 回覆 · 19分鐘  羅波丁 攝取過多脂肪是造成心臟病的關鍵因素，我們會根據研究結果，提供最專業的飲食建議 讚 · 回覆 · 21分鐘 ①陸仁甲 ②洪麻乙 ③胡交丙 ④羅波丁
答案	②
學習內容	Ad-IV-1 篇章的主旨、結構、寓意與分析
學習表現	5-IV-2 理解各類文本的句子、段落與主要概念，指出寫作的目的與觀點（此題僅針對「指出寫作觀點」）
試題概念與分析	本題設計一類似對話的留言版面，測驗學生是否能透過不同人的留言，推論其立場，學生必須整合文章重要概念及題幹訊息，再進一步區辨哪一個人的立場與文章中的糖業者最接近。
問題三	下面是一則網路上有關奇異果營養素的報導： ===== 美國排名第一的大學營養科學研究中心，多年研究發現，奇異果的維生素 C 是檸檬的 3 倍，膳食纖維是香蕉 1.5 倍，熱量卻只有香蕉的一半。全球銷量最高的前幾名水果中，又以奇異果的營養成分最豐富，最接近人體所需。

	===== 你覺得這個報導可以相信嗎？請根據你從【食安】一文所獲得的啟發，回答你相信(或不相信)，並請說明理由。請將答案繕打在下方的答案欄中。 範例一：我相信，因為_____ 範例二：我不相信，因為_____
評分準則	<u>1 分</u>：回答不相信，並說明理由是須先了解該研究是否受企業贊助。 (1)不相信，因為需要查證研究中心的贊助者是否為奇異果業者。 <u>0 分</u>：回答相信；或回答不相信，但理由並非原自文本所要傳達的主要訊息。 (1)我不相信，因為奇異果不可能完全取代其他食物。 (2)我相信，因為奇異果是一種含有豐富營養成分的水果。 (3)我相信，因為依照前一篇的敘述他的研究是有利且客觀的（理由引用錯誤）
學習內容	Ad-IV-1 篇章的主旨、結構、寓意與分析
學習表現	5-IV-4 應用閱讀策略增進學習效能，整合跨領域知識轉化為解決問題的能力 5-IV-5 大量閱讀多元文本，理解重大議題內涵及其與個人生活、社會結構的關聯性。
試題概念與分析	本題測驗學生是否能藉由本文中所得到的重要訊息，進一步去判斷另一篇文章訊息的正確性、合理性。學生必須理解本文的主旨，依據重要概念做出合理判斷，同時說明判斷的依據。

二、英語文閱讀素養範例試題

題目名稱	Frogs and Toads
情境範疇	自然課堂筆記
題幹	Frog Wet, smooth skin long, thin body sing loudly teeth in the upper Jaw long, strong legs for jumping and swimming need to live near water lay eggs in a group A group of frogs is called an "army" A group of toads is called a "knot" Toad poison glands round, fat body dry, bumpy skin sing quietly no teeth short legs for walking live on land lay eggs in a "line" Sam's Notes need to live near water lay eggs in a group A group of frogs is called an "army" A group of toads is called a "knot" Super skin: Frogs use their wet skin to breathe, so they must stay wet. Toads skin also helps them breathe. BUT their skin can keep more moisture, so they don't need to stay near water. Do you Know..... Frogs and toads are amphibians This means they have two lives The first half of their lives is in water. (with a tail) The second half is on land (with legs)
取材說明	取材延伸自翰林版七下課文 Unit 9 "A Taipei Tree Frog"，可搭配課堂活動用。此為跨領域主題，但即使缺乏生物先備知識，亦不影響作答。因青蛙和蟾蜍是常見生物，但卻易混淆不清，學生從此題中除了答題還能獲得新知，藉此可提升學生作答動機。此題型須運用較高階之認知處理能力，例如：綜合、比較、推論、類推、判斷
問題一	(1) What does a "knot" mean in Sam's notes? (A)

	(B)  (C)  (D) 
答案	(D)
學習內容	Ae-IV-14不同題裁、不同主題之簡易文章。
學習表現	3-IV-2 能辨識課堂中所學的字詞。
試題概念與分析	能夠掌握文本中的關鍵字彙。
問題二	Which is an example of “<u>amphibian</u>” ? (A)  (B)  (C)  (D) 
答案	(B)
學習內容	D-IV-1 依綜合資訊做合理猜測

學習表現	9-IV-1 能綜合相關資訊作合理的猜測。
試題概念 與分析	能依據文章中所呈現的敘述脈絡，做合理的推論與猜測。
問題三	Sam needs to finish his science report on frogs and toads. Which of the following words can he put in “BOTH” ?  (A)jump (B)have teeth (C)live in the pond (D)use skin to breathe
答案	(D)
學習內容	D-IV-22 至 3 項訊息的比較、歸類、排序。
學習表現	9-IV-2 能把2~3項訊息加以比較、歸類、排序。
試題概念 與分析	看懂 Venn diagram，並作共同點之歸納應用。

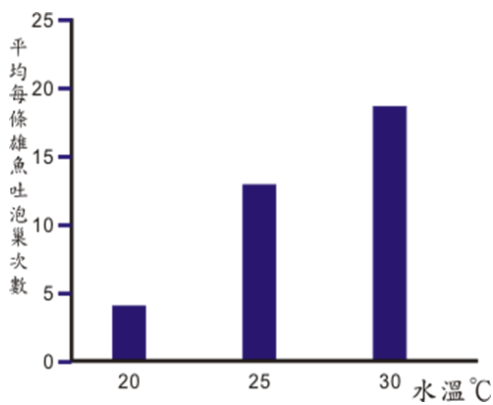
三、數學素養範例試題

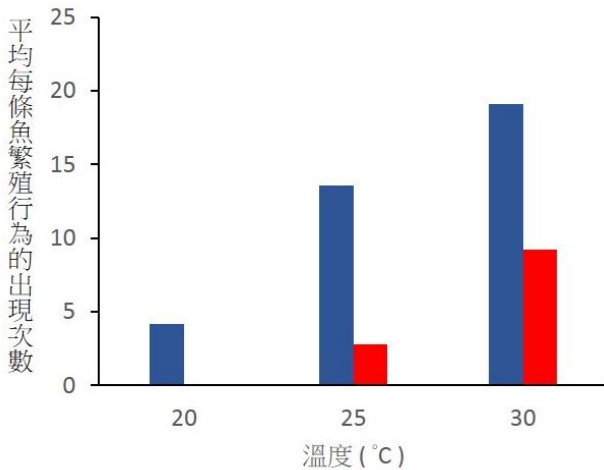
題目名稱	消防雲梯車																		
情境範疇	職業																		
題幹	在 2004 年，<u>新北市</u>消防隊取得一台配有旋轉雲梯的消防車。在雲梯的末端會使用籃架，消防隊員可以在非常高的高度下救人。根據正式的救災規定，在救人過程中，車輛與燃燒中的房屋應保持至少 12 公尺的距離。  消防車的規格資料如下表。 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">規格資料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>車輛型號</td><td>Daimler Chrysler AG Econic 18/28 LL - Diesel</td> </tr> <tr> <td>製造年份</td><td>2004</td> </tr> <tr> <td>動力</td><td>205 kw (179 HP)</td> </tr> <tr> <td>引擎容積</td><td>6374 cm³</td> </tr> <tr> <td>車輛尺寸</td><td>長度 10 m 寬度 2.5 m 高度 3.19 m</td> </tr> <tr> <td>雲梯規格</td><td>長度可達 30 m</td> </tr> <tr> <td>空車重量</td><td>15540 kg</td> </tr> <tr> <td>車輛總重</td><td>18000 kg</td> </tr> </tbody> </table>	規格資料		車輛型號	Daimler Chrysler AG Econic 18/28 LL - Diesel	製造年份	2004	動力	205 kw (179 HP)	引擎容積	6374 cm ³	車輛尺寸	長度 10 m 寬度 2.5 m 高度 3.19 m	雲梯規格	長度可達 30 m	空車重量	15540 kg	車輛總重	18000 kg
規格資料																			
車輛型號	Daimler Chrysler AG Econic 18/28 LL - Diesel																		
製造年份	2004																		
動力	205 kw (179 HP)																		
引擎容積	6374 cm ³																		
車輛尺寸	長度 10 m 寬度 2.5 m 高度 3.19 m																		
雲梯規格	長度可達 30 m																		
空車重量	15540 kg																		
車輛總重	18000 kg																		
問題一	新北市消防隊用此消防車可以救人的最高高度是多少？請找出一個可能的解答，並簡要地解釋你的解答。																		
評分準則	<u>3 分</u>：能找出一組可能的解答，並簡要說明理由 <u>2 分</u>：能找出一組可能的解答，理由不完整 <u>1 分</u>：解出可能的答案，未說明理由。 <u>0 分</u>：答案不合理																		
學習內容	S-8-6 畢氏定理：畢氏定理（勾股弦定理、商高定理）的意義及其數學史；畢氏定理在生活上的應用；三邊長滿足畢氏定理的三角形必定是直角三角形。																		

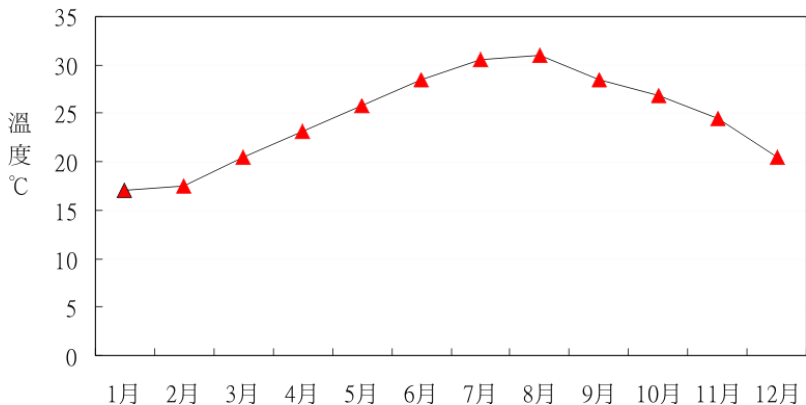
學習表現	s-IV-7 理解畢氏定理與其逆敘述，並能應用於數學解題與日常生活的問題
試題概念 與分析	試題主要評量畢氏定理在生活中的應用。
問題二	昨天有三人在 20 公尺高度處獲救。請問雲梯的長度最小會是多少？請找出一個可能的解答，並簡要地解釋你的解答。
評分準則	<u>3 分</u> ：能找出一組可能的解答，並簡要說明理由 <u>2 分</u> ：能找出一組可能的解答，理由不完整 <u>1 分</u> ：解出可能的答案，未說明理由。 <u>0 分</u> ：答案不合理
學習內容	S-8-6 畢氏定理：畢氏定理（勾股弦定理、商高定理）的意義及其數學史；畢氏定理在生活上的應用；三邊長滿足畢氏定理的三角形必定是直角三角形。
學習表現	s-IV-7 理解畢氏定理與其逆敘述，並能應用於數學解題與日常生活的問題
試題概念 與分析	試題主要評量畢氏定理在生活中的應用。

四、科學素養範例試題

(一) 題組一

題目名稱	蓋斑鬥魚								
情境範疇	地區 - 環境生態								
題幹	蓋斑鬥魚原產於東亞各國，生活於水流平緩處。這種環境恰好也是蚊子的繁殖地。一隻野生蓋斑鬥魚一天可捕食 300 隻孑孓，因此對於防治病媒蚊有很大的效果。蓋斑鬥魚很容易飼養，最佳生長的水溫範圍約為攝氏 20 度到 27 度，但仍可存活在攝氏 4 度到攝氏 38 度的水溫中。蓋斑鬥魚的繁殖行為很有趣，過程如下： 1.在繁殖時，成熟的雄蓋斑鬥魚會在水面上吐泡泡，築成「泡巢」。 2.在雌魚排卵後，雄魚排出精子使卵受精。隨後，雄魚將卵含在口中，吐到泡巢上固定。 3.雄魚負責守護泡巢及受精卵，並且不斷地補強泡巢。 4.卵孵出幼魚後，雄魚持續照顧幼魚，直到幼魚可自行游開覓食為止。								
取材說明	本試題改寫自： 1.維基百科-蓋斑鬥魚 http://zh.wikipedia.org/ 2.王湘瑜等，2006，科學教育月刊 294：23-33								
問題一	大仁準備了 12 組飼育容器，編號 1 至 12 號。每一個飼育容器中放入一對雌魚和雄魚。1 至 4 號飼育容器水溫控制在 20°C。5 至 8 號飼育容器水溫控制在 25°C。9 至 12 號飼育容器水溫控制在 30°C。大仁每天觀察紀錄雄魚吐泡巢次數。實驗結果呈現如下  圖： <table border="1"> <thead> <tr> <th>水溫 (°C)</th> <th>平均每條雄魚吐泡巢次數</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table> 請問這個實驗是在探討什麼問題？	水溫 (°C)	平均每條雄魚吐泡巢次數	20	4	25	13	30	19
水溫 (°C)	平均每條雄魚吐泡巢次數								
20	4								
25	13								
30	19								
評分準則	<u>1 分</u>：下列類型之一的正確答案 (1)學生寫出「水溫是否影響雄鬥魚的繁殖行為？」這一類答案指出題目所描述的方法可用來探討因果關係。答案提及到「水溫」、「雄魚」(或「鬥								

	魚」或「臺灣鬥魚」)、「繁殖」(或「吐泡巢次數」)。答案可使用疑問句，也可使用直述句描述實驗目的，但不應直接陳述實驗的結果。 (2)學生寫出「水溫是否和雄鬥魚的繁殖行為有關？」這一類答案指出兩個變項間的相關關係，而非因果關係。 (3)其他正確答案 <u>0 分</u>：錯誤、不明確或是無關答案 (1)學生直接陳述實驗結果，如「溫度越高、雄魚吐泡巢次數越多」。 (2)探討鬥魚適合的繁殖環境 (不明確)。												
學習內容	INe-III-12 生物的分布和習性，會受環境因素的影響；環境改變也會影響生存於其中的生物種類。												
學習表現	po-IV-2 能辨別適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題 (或假說)，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。												
試題概念與分析	本題要求學生運用演繹思考針對實驗的數據進行科學問題的辨識。												
問題二	大仁同時記錄了蓋斑鬥魚雌魚的產卵次數。他將平均每一條雄魚和雌魚繁殖行為出現的次數呈現如下圖。 ■ 雄魚吐泡巢次數 ■ 雌魚產卵次數 <table><caption>Figure 1: Average number of spawning behaviors per fish at different temperatures</caption><thead><tr><th>溫度 (°C)</th><th>雄魚吐泡巢次數 (Average)</th><th>雌魚產卵次數 (Average)</th></tr></thead><tbody><tr><td>20</td><td>~4</td><td>0</td></tr><tr><td>25</td><td>~14</td><td>~3</td></tr><tr><td>30</td><td>~19</td><td>~9</td></tr></tbody></table> 下列那一項是依據上圖資料所能得到的結論？請選擇對的答案。 ①在 20°C 的水溫下，雄魚活力會降低而雌魚會死亡 ②在 30°C 的水溫下，雄魚和雌魚的繁殖次數較 25°C 及 20°C 的水溫下多 ③白天日照時間越長，則雄魚和雌魚的繁殖次數就越多 ④在水溫 30°C 下，魚卵的孵化率比水溫 25°C 及 20°C 的時候高	溫度 (°C)	雄魚吐泡巢次數 (Average)	雌魚產卵次數 (Average)	20	~4	0	25	~14	~3	30	~19	~9
溫度 (°C)	雄魚吐泡巢次數 (Average)	雌魚產卵次數 (Average)											
20	~4	0											
25	~14	~3											
30	~19	~9											
答案	②												

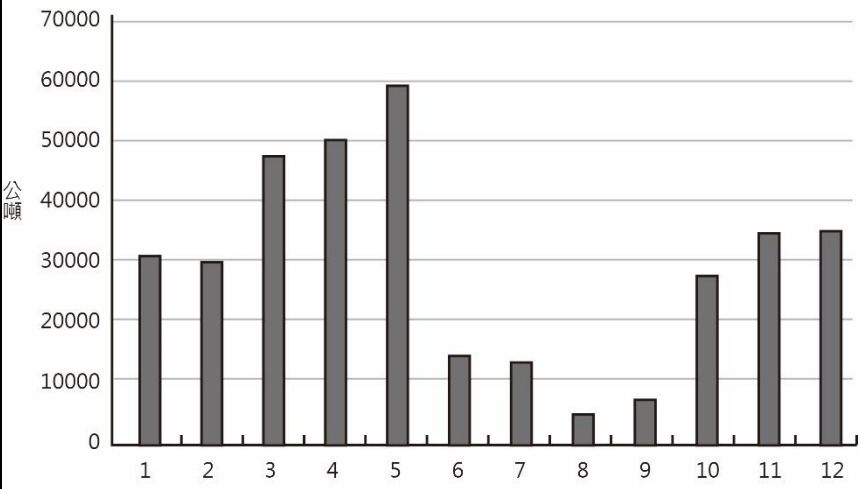
學習內容	INe-III-12 生物的分布和習性，會受環境因素的影響；環境改變也會影響生存於其中的生物種類。
學習表現	tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。
試題概念與分析	本題要求學生運用實驗的數據看出變項之間的關係。 這類看出異同、關係、趨勢的能力屬於歸納能力。
問題三	大仁想探討攝氏 20 度至 30 度之間蓋斑鬥魚的繁殖行為。在設計實驗前，大仁去找了實驗地點每月最高氣溫圖（下圖）。 1983年至2012年每月最高溫度曲線圖  溫度 ℃ 1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月 他為什麼要去找這份資料？
評分準則	<u>1 分</u>：合理答案 (1)在 1 月到 3 月間做實驗時，需要提高水溫 (2)了解實驗環境的溫度變化範圍，以準備適當的控溫器材 <u>0 分</u>：無關或不合理答案 (1)7-8 月氣溫最高
學習內容	INe-III-12 生物的分布和習性，會受環境因素的影響；環境改變也會影響生存於其中的生物種類。
學習表現	pe-IV-1 能辨明多個自變項、應變項並計劃適當次數的測試、預測活動的可能結果。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題特性、資源（如設備、時間）等因素，規劃具有可信度（如多次測量等）的探究活動。
試題概念與分析	本題要求學生由提供的資訊中發現事件的意義，依據資料數據顯示的相關性，推測其背後可能的因果關係，依據結果，提出可行的實驗設計。

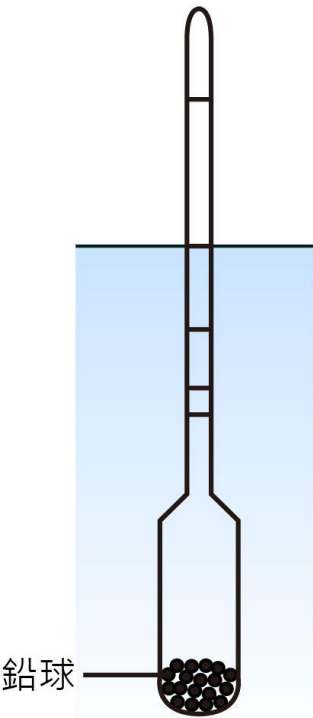
問題四	大仁想進一步探討蓋斑鬥魚對環境的影響。他提出了三個研究問題。這些問題是否能透過科學方法來回答？ 1.除了溫度以外，是否還有其他因素影響蓋斑鬥魚繁殖？（是/否） 2.我國是否應該讓蓋斑鬥魚大量繁殖？（是/否） 3.蓋斑鬥魚的數量對登革熱防治會造成什麼影響？（是/否）
評分準則	<u>1 分</u>：是、否、是 <u>0 分</u>：其他答案
學習內容	INe-III-12 生物的分布和習性，會受環境因素的影響；環境改變也會影響生存於其中的生物種類。
學習表現	po-IV-2 能辨別適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題（或假說），並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。
試題概念與分析	本題測驗學生是否能辨識適合進行科學探究的議題，除了判定與研究問題直接相關的科學影響因素，也能考慮自然環境、生態平衡等面向。

(二) 題組二

題目名稱	曬鹽一
情境範疇	社會 - 環境
題幹	鹽是人類生活中重要的物質，臺灣四面環海，在西南沿海一帶因氣候條件特殊，於三百多年前就開始利用太陽的能量來獲得粗鹽，此方法稱為曬鹽法。曬鹽法的過程是將海水引入開發平坦的鹽田後，利用太陽光的熱量，將海水經過蒸發、濃縮，最後結晶產生粗鹽。 臺灣鹽田的曬鹽過程如附圖： 海水引入，濃度 2.5~3波美度 (°B'e) 大 蒸 發 池 第1~5天，水分蒸發，氧化鐵、碳酸鈣及泥土雜質沉澱。 池水濃度提高至10~11波美度 (°B'e) ↓ 小 蒸 發 池 第6~10天，水分蒸發，硫酸鈣沉澱析出。 池水濃度提高至20~22波美度 (°B'e) ↓ 抽水至高處 結 晶 池 氯化鈉開始析出，結晶成鹽。 池水濃度提高至25波美度 (°B'e) ↓ 鹽 ← 苦滷 氯化鈉少，鎂類雜質增多，濃度大於30波美度 (°B'e)
問題一	在曬鹽的過程中，我們所採用的物質分離方法，主要包含了沉澱與結晶，此兩種分離法，利用的是物質的哪一種性質？
評分準則	1 分：在水中的溶解度 0 分：無關或不合理答案
學習內容	Ab-IV-4 物質依是否可用物理方法分離，可分為純物質和混合物。 Ca-IV-1 實驗分離混合物：結晶法、過濾法與簡易濾紙色層分析法。
學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。
試題概念與分析	本題請學生將所學習的科學知識與題目進行連結，推測其背後可能的科學理論。

問題二	石膏是一種礦物名，又稱硫酸鈣，可以從鹽湖或潟湖的沉積物中提取，請問石膏在曬鹽過程圖中哪一階段產出？
評分準則	<u>1 分</u> ：小蒸發池或第二階段 <u>0 分</u> ：無關或不合理答案
學習內容	Ca-IV-1 實驗分離混合物：結晶法、過濾法與簡易濾紙色層分析法。
學習表現	tr -III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己的想法及知道導與他人的差異。
試題概念與分析	本題要求學生由提供的資訊中，依據資料數據顯示的相關性，推測其背後可能的科學理論。
問題三	曬鹽過程中，海水引入大蒸發池，5 天後再到小蒸發池，這兩個階段都是利用地勢高低落差，讓濃度高的海水順流到蒸發池，但小蒸發池到結晶池階段，特別用抽水裝置將濃度高的海水提升至地勢高處，試說明這樣做的原因可能為何？
評分準則	<u>1 分</u> ：合理答案 (1)從海水引入後到結晶池階段需耗時 10 天，此時濃度高的海水相對成本較高，耗費能源將其抽到地勢高處，可降低海水漲退造成的損害風險。若在大蒸發池或小蒸發池階段就將大量海水抽到高處，這樣耗費的能源和成本太高。 (2)或其他合理答案 <u>0 分</u> ：無關或不合理答案
學習內容	Je-IV-1 實驗認識化學反應速率及影響反應速率的因素：本性、溫度、濃度、接觸面積與催化劑。 Je-IV-2 可逆反應。
學習表現	tr -IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。
試題概念與分析	本題要求學生能由提供的資訊中發現事件的意義，將習得的知識連結後，推測其背後可能得解釋，並提出證明進行回答論述。
問題四	曬鹽有四個基本條件，一是需有久晴高溫的氣候；二是適當比例的黏土和砂土；三是平坦靠海的地形；四是海水濃度高的滷源。從圖中可發現，在不同的月份，曬鹽產量有所落差。 (1)請問造成此差異的可能原因為何？

	(2)承上題，如果要驗證你的想法，還需要蒐集那些資料？  臺灣月平均曬鹽產量分析圖
評分準則	<u>1 分</u>：合理答案 第一個問題： (1)根據背景知識回答：在 6 月到 9 月間，臺灣為颱風季節，降雨量大，天氣不符合「久晴高溫」中「久晴」的條件。 (2)根據背景知識與題目提供的資訊判斷：曬鹽的四個基本條件，除了第一項「久晴高溫」之外，其他三個條件都不可能每個月大幅的變化。 (3)其他合理答案 第二個問題： (1)提及應蒐集可以推論曬鹽地區各月份雨量變化，蒐集當地每月平均降雨量或是降雨日數。 (2)其他可以合理推論曬鹽地區各月份是否「久晴高溫」條件之資料 <u>0 分</u>：無關或不合理答案
學習內容	Ca-IV-1 實驗分離混合物：結晶法、過濾法與簡易濾紙色層分析法。
學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。
試題概念與分析	本題要求學生由提供的資訊中發現事件的意義，依據資料數據顯示的相關性，推測其背後可能的解釋，並提出證明該解釋所需的進一步資料為何。

問題五	製作西點時，常用波美計來測量鹽水或糖水的濃度。將波美計放入溶液中，得到的度數叫波美度($^{\circ}\text{B'e}$)，波美度是表示溶液濃度的一種方法。 波美計底端有許多小鉛球，利用固定的重量與被測液體浮力到達的平衡來測出實際溶液的濃度。請說明為何波美計可以透過浮力與重量的平衡測出溶液的濃度？ 
評分準則	<u>1 分</u>：合理答案 (1)明確提及浮體所受浮力為排開溶液體積（或沒入溶液體積）乘以溶液密度，且密度與濃度有關。 (2)其他合理答案。 <u>0 分</u>：無關或不合理答案
學習內容	Eb-IV-7 物體在靜止液體中所受浮力，等於排開液體的重量。
學習表現	tr-II-1 能知道觀察、記錄所得自然現象的結果是有其原因的，並依據習得的知識，說明自己的想法。