

107 學年度臺北市公私立國民中學自然與科技

領域召集人職務專修研習班

自然領域
科技領域



國中八大學習領域召集人工作坊

活動日期：107 年 8 月 20 日(一)~8 月 21 日(二)

主辦單位 / 臺北市教師研習中心

協辦單位 / 臺北市國民教育輔導團自然科學輔導小組 (臺北市立忠孝國中)

臺北市國民教育輔導團科技領域輔導小組 (臺北市立仁愛國中)

臺北市立建成國中

手冊目次

臺北市 107 學年度國民中學自然與科技領域召集人研習課程表……	1
素養導向評量試題的理念、要素與實踐……	2
素養導向課程設計與實務……	29
單科領域素養導向課程設計表……	56
學生課後自評表……	60

臺北市 107 學年度國民中學自然與科技領域召集人研習課程表

日期	時間	節數	課程內容	講座	助理講座
8/20 (一)	09:00-10:00	1	教育政策說明暨團務工作報告	忠孝國中 陳澤民校長	明德國中 劉文鴻校長
	10:10-12:00	1	領召工作經驗分享、座談	明湖國中 郭怡君老師	仁愛國中 洪啟軒老師
		1		南港高中 陳柏亨老師	景美國中 郭淑妙老師
	13:00-16:00	3	素養導向命題示例施測結果分享	國家教育研究院 測驗與評量研究中心 蕭儒棠博士	仁愛國中 曾文龍校長
8/21 (二)	09:00-12:00	3	108 課綱素養導向課程設計與教學實作	大理高中 林春煌老師	松山高中 蔡皓偉老師
	13:00-16:00	3			萬華國中 張嫻嫻老師 萬華國中 王美玲老師 弘道國中 洪仁傑老師 石牌國中 周家卉老師

素養導向評量試題的 理念、要素與實踐

蕭儒棠 測驗及評量研究中心
jthsiao@mail.naer.edu.tw

1

先看這個例子

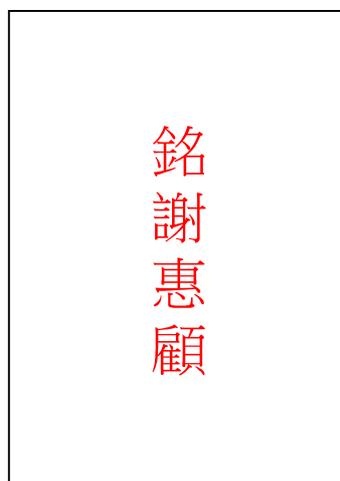
2

- 如果你參加一個猜獎的電視節目，進入了最後一關，主持人讓你從三張撲克牌中挑選一張，其中只有一張是百萬獎金，另外兩張都是銘謝惠顧...

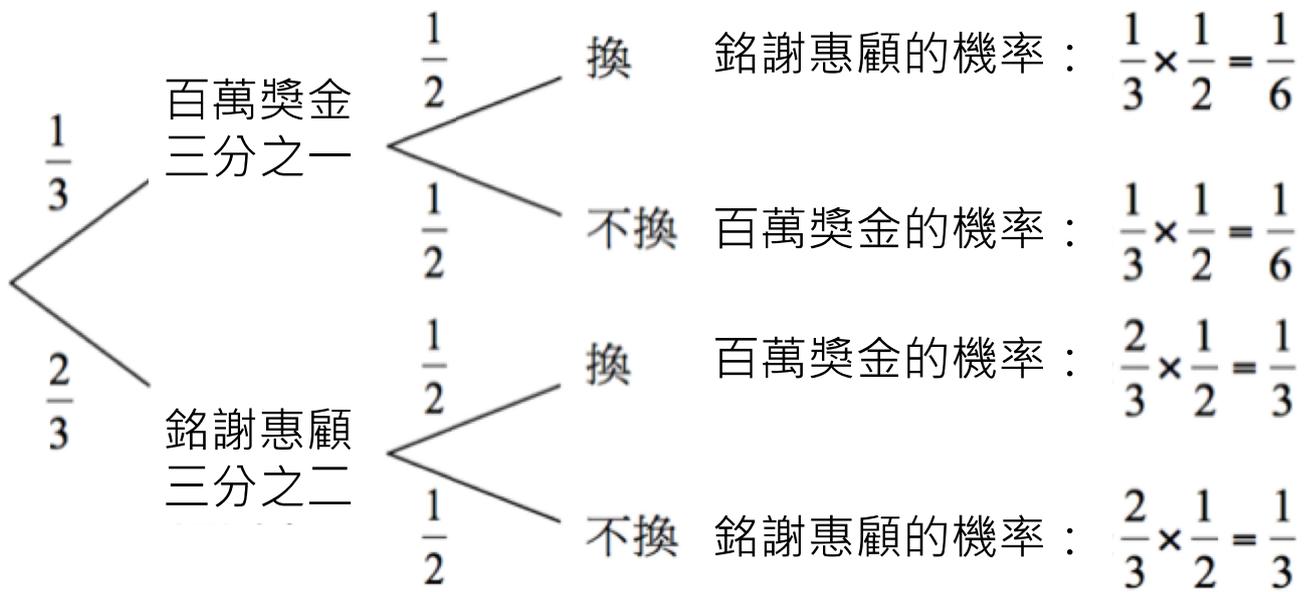


3

當你選定其中一張...
此時，主持人依慣例翻開另外兩張中的一張背後寫著「銘謝惠顧」的牌，問你要不要換？



4



不換牌的情形下，獲得百萬獎金的機率： $\frac{1/6}{1/6 + 1/3} = \frac{1}{3} \approx 33.3\%$ ；

換牌的情形下，獲得百萬獎金的機率： $\frac{1/3}{1/6 + 1/3} = \frac{2}{3} \approx 66.7\%$ 。

5

素養導向評量的理念

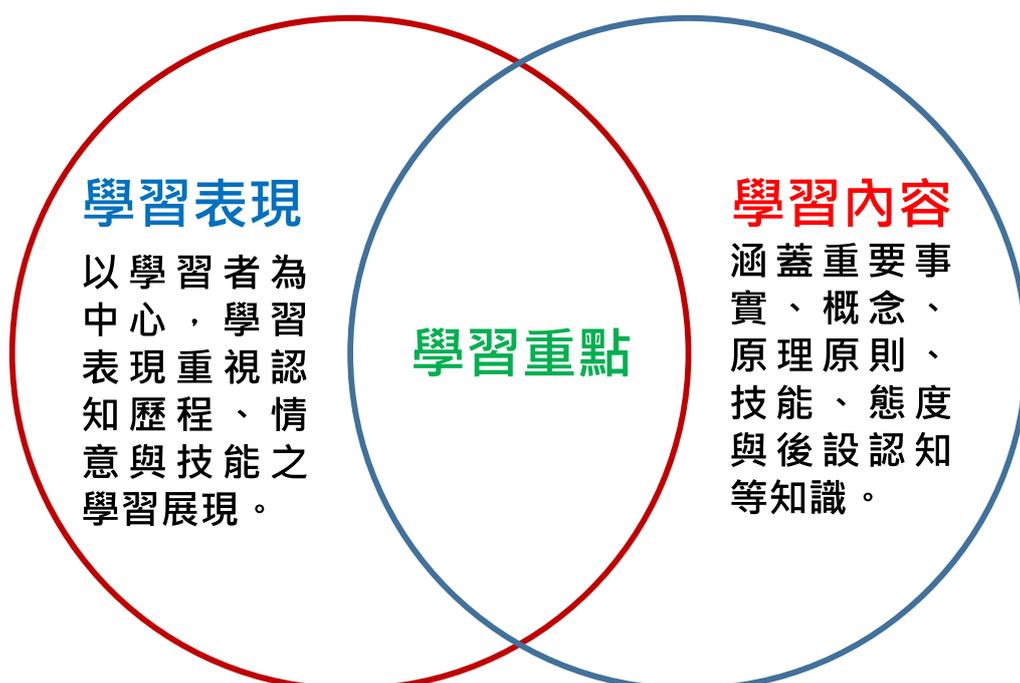
6

核心素養的轉化

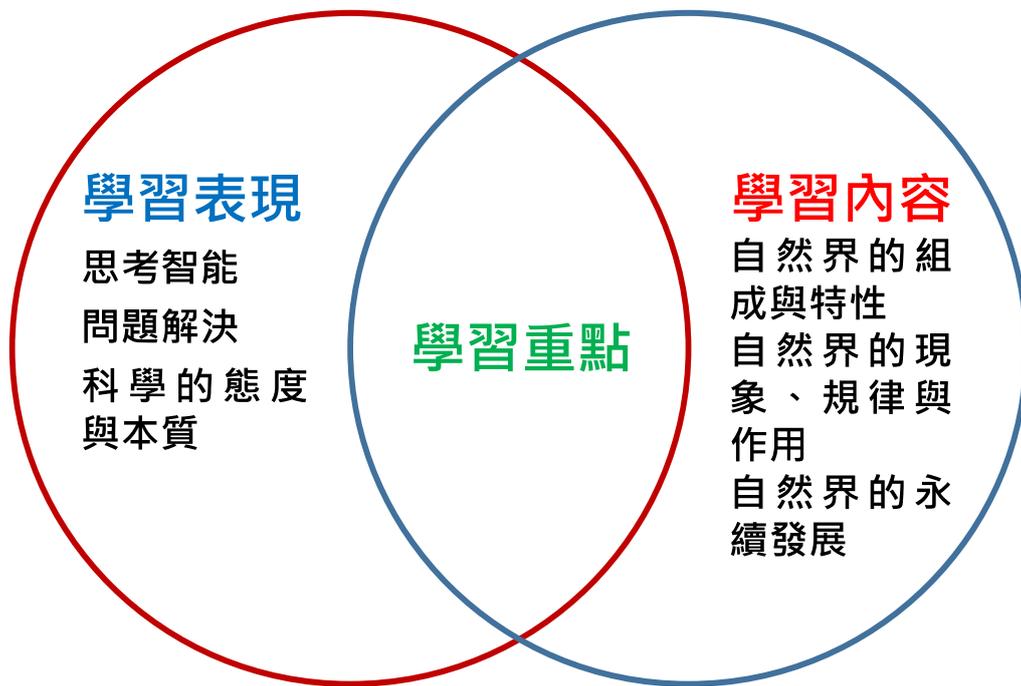
核心素養在課程綱要的轉化及其與學習重點的對應關係圖



素養導向評量的理念



素養導向評量的理念



9

國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

思考智能

6

國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 5 ~ 6年級 學習表現

思考智能

想像創造

ti-III-1

能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。

推理論證

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與他人的差異。

批判思辨

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。

建立模型

Tm-III-1

能經由簡單的探究與理解建立模型，且能從觀察及實驗過程中，理解到有不同模型的存在。

11

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 7 ~ 9年級 學習表現

思考智能

想像創造

ti-IV-1

能依據已知的自然科學知識概念，經由自我或團體探索與討論的過程，想像當使用的觀察方法或實驗方法改變時，其結果可能產生的差異；並能嘗試在指導下以創新思考和方法得到新的模型、成品或結果。

推理論證

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。

批判思辨

tc-IV-1

能依據已知的自然科學知識與概念，對自己蒐集與分類的科學數據，抱持合理的懷疑態度，並對他人的資訊或報告，提出自己的看法或解釋。

建立模型

tm-IV-1

能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型，並能評估不同模型的優點和限制，進能應用在後續的科學理解或生活。

12

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 10~12年級 (共同) 學習表現

思考智能

想像創造

ti-V c-1

能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據已知的科學知識提出解決問題的各種假設想法，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。

推理論證

tr-V c-1

能運用簡單的數理演算公式及單一的科學證據或理論，理解自然科學知識或理論及其因果關係，或提出他人論點的限制，進而提出不同的論點。

批判思辨

tc-V c-1

能比較與判斷自己及他人對於科學資料的解釋在方法及程序上的合理性，並能提出問題或批判。

建立模型

tm-V c-1

能依據科學問題自行運思或經由合作討論來建立模型，並能使用如「比擬或抽象」的形式來描述一個系統化的科學現象，進而了解模型有其局限性。

問題解決

自然科學領綱 5 ~ 6年級 學習表現

問題解決

觀察與定題

po-III-1

能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題。

po-III-2

能初步辨別適合科學探究的問題，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。

計劃與執行

pe-III-1

能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。

pe-III-2

能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記錄。

15

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 7 ~ 9年級 學習表現

問題解決

觀察與定題

po-IV-1

能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。

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。

計劃與執行

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。

pe-IV-2

能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記錄。

16

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 10~12年級 (共同) 學習表現

問題解決

觀察與定題

po-Vc-1

能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，汲取資訊並進行有計畫、有條理的多方觀察，進而能察覺問題。

po-Vc-2

能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，確認並提出生活周遭中適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題（或假說）。當有多個問題同時存在時，能分辨並擇定優先重要之問題（或假說）。

計劃與執行

pe-Vc-1

能辨明多個的自變項或應變項並計劃適當次數的測試、合理地預測活動的可能結果和可能失敗的原因。藉由教師或教科書的指引或展現創意，能根據問題特性、學習資源（設備、時間、人力等）、期望之成果（包括信效度）、對社會環境的影響等因素，規劃最佳化的實作（或推理）探究活動或問題解決活動。

pe-Vc-2

能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源，能適度創新改善執行方式。能進行精確的質性觀測或數值量測，視需要並能運用科技儀器輔助記錄。

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 5~6年級 學習表現

問題解決

分析與發現

pa-III-1

能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的資訊或數據。

pa-III-2

能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題、或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果（例如來自同學）比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。

討論與傳達

pc-III-1

能理解同學報告，提出合理的疑問或意見。並能對「所訂定的問題」、「探究方法」、「獲得之證據」及「探究之發現」等等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。

pc-III-2

能利用簡單形式的口語、文字、影像（如攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。

自然科學領綱 7~9年級 學習表現

問題解決

分析與發現

pa-IV-1

能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。

pa-IV-2

能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從(所得的)資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其它相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。

討論與傳達

pc-IV-1

能理解同學的探究過程和結果(或經簡化過的科學報告)，提出合理而且具有根據的疑問或意見。並能對問題、探究方法、證據及發現，彼此間的符應情形，進行檢核並提出可能的改善方案。

pc-IV-2

能利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型或經教師認可後以報告或新媒體形式表達完整之探究過程、發現與成果、價值、限制和主張等。視需要，並能摘要描述主要過程、發現和可能的運用。

19

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 10~12年級(共同) 學習表現

問題解決

分析與發現

pa-Vc-1

能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊與數學等方法，有效整理資訊或數據。

pa-Vc-2

能運用科學原理、思考智能、數學、統計等方法，從探究所得的資訊或數據，形成解釋、理解、發現新知、獲知因果關係、理解科學相關的社會議題、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其它相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。

討論與傳達

pc-Vc-1

能理解同學的探究過程和結果(或經簡化過的科學報告)，提出合理而且較完整的疑問或意見。並能對整個探究過程：包括，觀察定題、推理實作、數據信效度、資源運用、活動安全、探究結果等，進行評核、形成評價並提出合理的改善方案。

pc-Vc-2

能利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，呈現探究之過程、發現或成果；並在保有個資安全與不損及公眾利益下，嘗試以報告或新媒體形式，自主並較廣面性的分享相對嚴謹之探究發現、成果、結論或主張。視需要，並能摘要描述目的、特徵、方法、發現、價值、限制、運用與展望等。

11

20

科學態度與本質

自然科學領綱 5 ~ 6 年級 學習表現

科學態度與本質

培養科學探究的興趣

ai-III-1

透過科學探索了解現象發生的原因或機制，滿足好奇心。

ai-III-2

透過成功的科學探索經驗，感受自然科學學習的樂趣。

ai-III-3

參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。

養成應用科學思考與探究的習慣

ah-III-1

利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。

ah-III-2

透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。

認識科學的本質

an-III-1

透過科學探究活動，了解科學知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。

an-III-2

發覺許多科學的主張與結論會隨著新證據的出現而改變。

an-III-3

不論性別、背景、種族，人人都可成為科學家。

自然科學領綱 7 ~ 9年級 學習表現

科學態度與本質

培養科學探究的興趣

ai-IV-1

動手實作解決問題或驗證自己想法，而獲得成就感。

ai-IV-2

透過與同儕的討論，分享科學發現的樂趣。

ai-IV-3

透過所學到的科學知識和科學探索的各種方法，解釋自然現象發生的原因，建立科學學習的自信心。

養成應用科學思考與探究的習慣

ah-IV-1

對於有關科學發現的報導甚至權威的解釋（如報章雜誌的報導或書本上的解釋）能抱持懷疑的態度，評估其推論的證據是否充分且可信賴。

ah-IV-2

應用所學到的科學知識與科學探究方法幫助自己做出最佳的決定。

認識科學的本質

an-IV-1

察覺到科學的觀察、測量和方法是否具有正當性是受到社會共同建構的標準所規範。

an-IV-2

分辨科學知識的確定性和持久性會因科學研究的時空背景不同而有所變化。

an-IV-3

體察到科學家們具有堅毅、嚴謹和講求邏輯的特質，也具有好奇心、求知慾和想像力。

23

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 10 ~ 12年級（共同）學習表現

科學態度與本質

培養科學探究的興趣

ai-Vc-1

透過成功的問題解決經驗，獲得成就感。

ai-Vc-2

透過科學探索與科學思考對生活週遭的事物產生新的體驗及興趣。

ai-Vc-3

體會生活中處處都會運用到科學，而能欣賞科學的重要性。

養成應用科學思考與探究的習慣

ah-Vc-1

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。

ah-Vc-2

對日常生活中所獲得的科學資訊抱持批判的態度，審慎檢視其真實性與可信度。

認識科學的本質

an-Vc-1

了解科學探究過程採用多種方法、工具和技術，經由不同面向的證據支持特定的解釋，以增強科學論點的有效性。

an-Vc-2

了解科學的認知方式講求經驗證據性、合乎邏輯性、存疑和反覆檢視。

an-Vc-3

體認科學能幫助人類創造更好的生活條件，但並不能解決人類社會所有的問題，科技發展有時也會引起環境或倫理道德的議題。

13

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

自然科學領綱 5 ~ 12年級學習內容 (節錄)

課題1: 自然界的組成與特性 (溫度與熱量相關)

5 ~ 6年級

INa-III-1物質是由微小的粒子所組成，而且粒子不斷的運動。

INa-III-2物質各有不同性質，有些性質會隨溫度而改變。

INa-III-3混合物是由不同的物質所混合，物質混合前後重量不會改變，性質可能會改變。

INa-III-7運動的物體具有動能，對同一物體而言，速度越快動能越大。

INa-III-8熱由高溫處往低溫處傳播，傳播的方式有傳導、對流和輻射，生活中運用不同的方法保溫與散熱。

7 ~ 9年級

Bb-IV-1物體內每個原子隨時都在運動，數量龐大的這些原子之平均動能愈大則物體的溫度愈高。

Bb-IV-2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。

Bb-IV-3由於物體溫度的不同所造成的能量傳遞稱為熱；熱具有從高溫處傳到低溫處的趨勢。

Bb-IV-4透過水升高溫度所吸收的熱能定義熱量單位，並簡介食物熱量的意義。

Bb-IV-5不同物質受熱後，其溫度的變化可能不同，比熱就是此特性的量化描述。

Bb-IV-6熱的傳播方式包含傳導、對流與輻射。熱輻射是某種型式的電磁波。

Bb-IV-7熱會改變物質形態，如狀態產生變化，₄ 體積發生脹縮。

10 ~ 12年級

PBb-V c-1 克氏溫標的意義及理想氣體的內能的簡單說明。

PBb-V c-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。

素養導向評量的要素

素養導向評量的要素

佈題強調真實的情境與真實的問題:

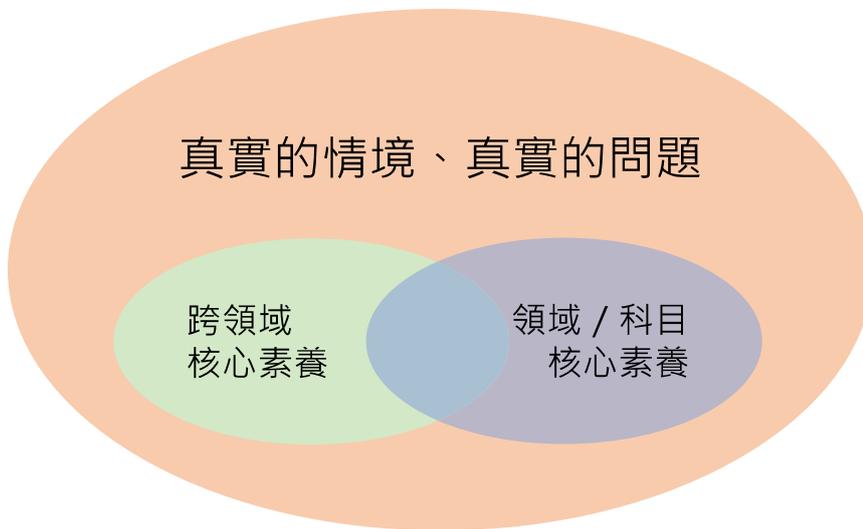
以往的紙筆測驗多著墨於知識和理解層次的評量，素養導向則較強調應用知識與技能解決真實情境脈絡中的問題。除了真實脈絡之外，素養導向試題應盡可能接近真實世界(包含日常生活情境或是學術探究情境)中會問的問題。

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。

素養導向評量的要素

Q: 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？



真實的情境：

1. 生活情境
2. 學習脈絡情境
3. 學術探究情境

可以是：

1. 學生曾經歷過的
2. 學生未來可能經歷的
3. 他人的經歷但值得參考的

國家教育研究院

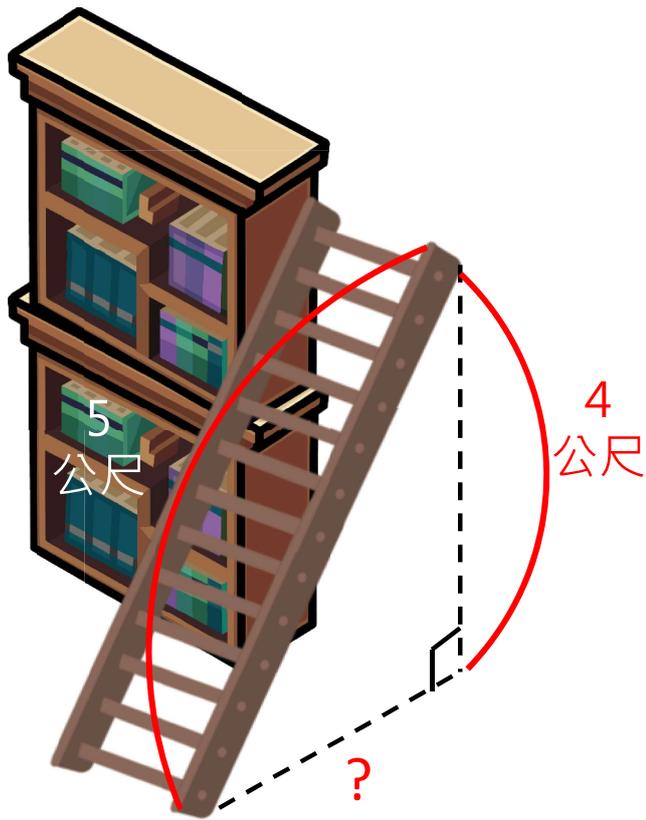
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

素養導向評量的範例

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

素養導向評量的範例



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

素養導向評量的範例



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

素養導向評量的範例



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

命題範例1 - 自然科學

曬鹽

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：



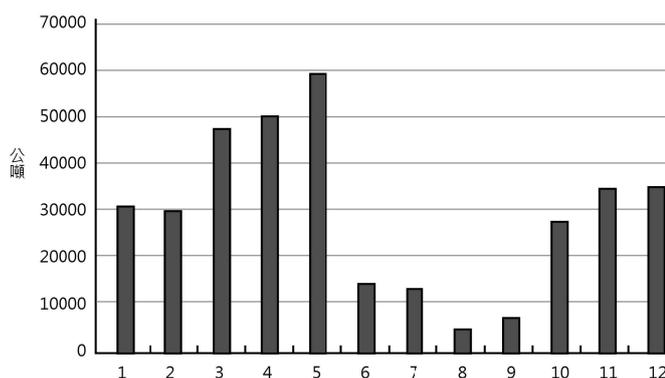
國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

命題範例1 - 自然科學

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

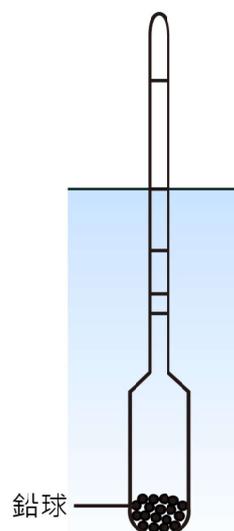
命題範例1 - 自然科學

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($^{\circ}\text{B}'\text{e}$)，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？



命題範例2 - 數學

開車自助旅行

阿里在歐洲某一國家租車自助旅行，從A地租車出發至B地還車，該租車公司的政策是滿油還車，租車時油箱是滿的，還車時油箱也必須加滿。

問題一：如果阿里以每小時80公里的速率開車，請問約幾小時可以到達B地 (取到小數點第1位即可)？



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

命題範例2 - 數學

問題二：阿里所租的車子，每公升的汽油可以跑20公里，B地的油價1公升約1.5歐元，請問阿里還車時，約需花費多少油錢 (請換算成新台幣，1歐元 = 40元新台幣)。



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

命題範例3 - 數學

吸血鬼

根據聯合國公布的資料顯示，全世界人口總數在2012年已經超過70億。古老的歐洲有吸血鬼的傳說，如果吸血鬼吸了一個人的血，那個被吸血的人，也會變成吸血鬼。我們來試著挑戰一下「世界上有沒有吸血鬼的證明」。

假設一個吸血鬼，一個月只吸一個人的血，從2012年的1月開始，只有1位吸血鬼；2012年的2月就會有2位吸血鬼；2012年的3月就會有4位吸血鬼，以此類推...

題幹取材自美國佛羅里達大學物理系教授Costas Efthimiou和其同事的研究發表 (<https://arxiv.org/abs/physics/0608059>)



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

命題範例3 - 數學

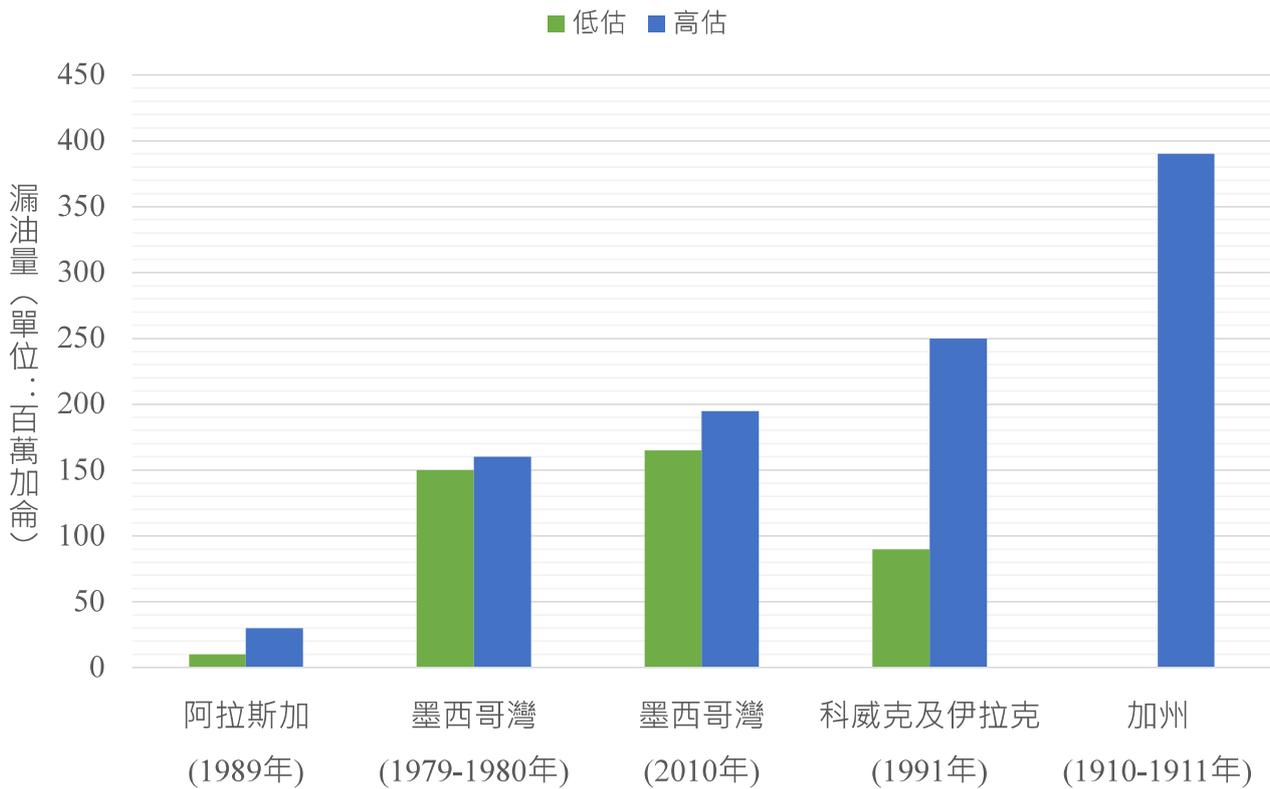
問題二

請估算一下，幾個月後，全世界約70億的人都變成吸血鬼？



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

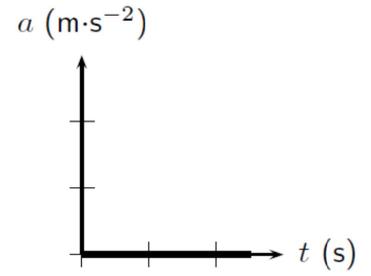
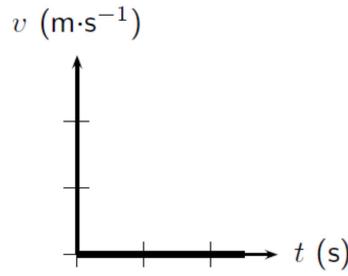
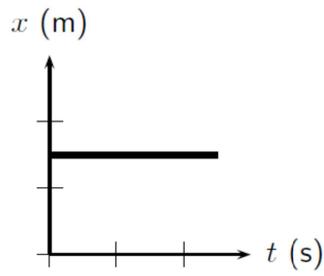
原油漏油量



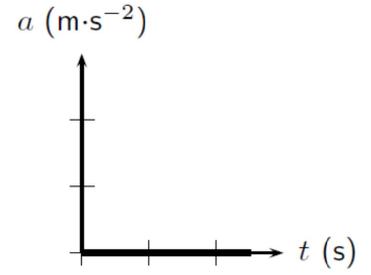
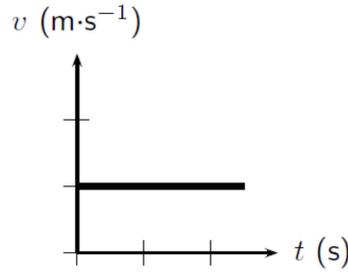
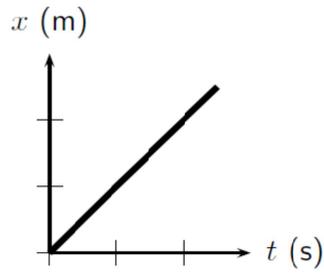
國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH

- 原油外漏會造成破壞性的範圍及損害。從1900年開始，在世界各地有很多原油外漏的情形，造成顯著的生態及經濟影響。
- (a) 利用上圖數據，找出原油外漏量最多是多少。
- (b) 描述沿海地區漏油會造成的兩個環境問題。
- (c) 定義沿海地區漏油會造成的一種經濟影響。
- (d) 化學分散劑(chemical dispersants)被用於重大漏油事故之後的清理工作
 - (1) 評論使用化學分散劑進行漏油清理的一個優點和一個缺點
 - (2) 定義在沿海地區或海灘上用於漏油清理的一種生物或物理方法 (除了化學分散法)，且描述如何使用該方法。
- (e) 發生災難性的漏油事故會污染海洋的石油量不到20%
- (f) 石油有許多用來作為消費品的原料，請說出一種可取代石油的特定消費品 (燃料除外)

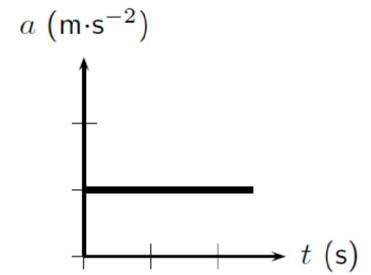
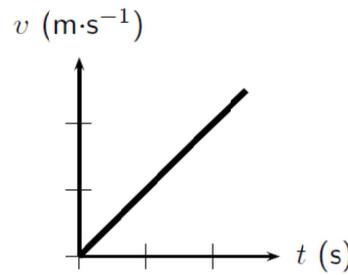
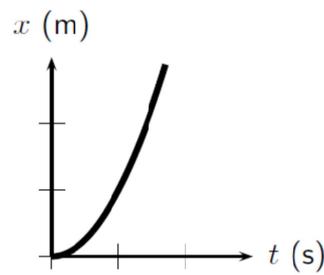
Stationary Object



Uniform Motion



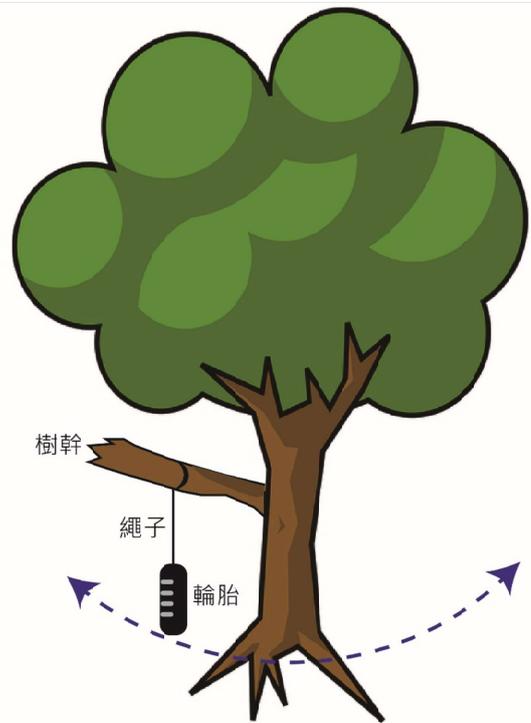
Motion with constant acceleration



NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

Seed shape						
Seed color			Axial	Terminal	Y	y
Flower color					Yy	Yy
Pod shape					y	y
Pod color			Tall	Dwarf	yy	yy

有個班級的同学調查了輪胎鞦韆搖擺運動得數據如下表。同學可以在表中找出影響鞦韆搖擺的因素。有兩個同學決定根據表中的數據，在他們家的後院建造一個不同大小的輪胎鞦韆（如右圖示）。



輪胎鞦韆搖擺數據表			
	繩子長度(公尺)	輪胎重量(公斤)	輪胎來回擺動一次花費時間(秒)
1	2	10	2.8
2	2	20	2.8
3	4	10	4.0
4	4	20	4.0

國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

- 將過測試搖擺，他們決定要讓輪胎鞦韆擺動更快。根據課堂中調查的數據，學生要怎麼做才能讓他們的輪胎擺動更快速？
 - 利用較短的繩索
 - 利用較長的繩索
 - 利用較小的輪胎
 - 利用較大的輪胎

學生紀錄從星期一至星期二氣溫

氣溫資訊		
時間	星期一	星期二
08 : 00 AM	7.2 °C	10°C
09 : 00 AM	8.3°C	11.1°C
10 : 00 AM	8.9°C	11.7°C
11 : 00 AM	10°C	12.8°C
12 : 00 AM	11.1°C	13.9°C
01 : 00 PM	?	?

A.請描述此數據的規律

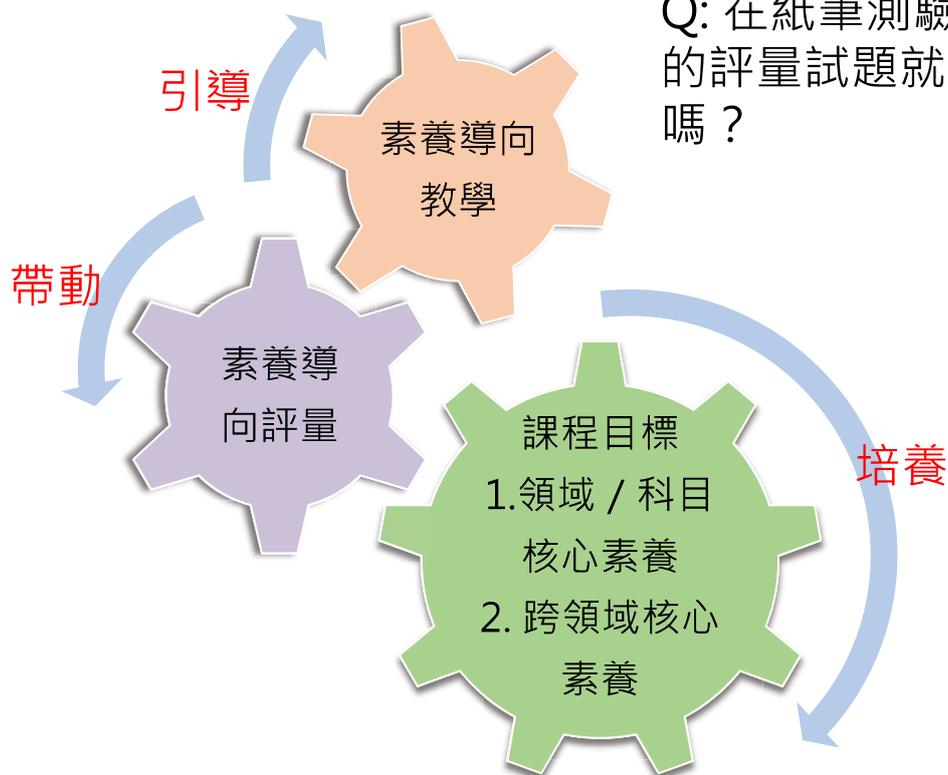
B.根據這個規律，請預測每天下午一點最可能的氣溫

星期一：攝氏 _____ °C

星期二：攝氏 _____ °C

素養導向評量的實踐

素養導向評量的實踐



Q: 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？

國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

素養導向評量的實踐

(科學)素養的教學與評量 著重於

學習內容(探究內容)與**學習表現**

(探究方法)的結合，於**真實情境**中

作**問題解決**。



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATION RESEARCH

素養導向評量的實踐

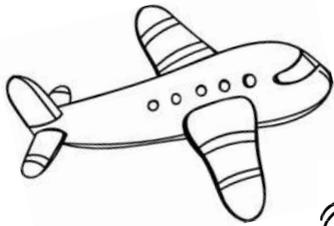
Q: 探究實作很重要，但趕課沒時間，實作沒經費，沒有正確答案怎麼教？

A: 可大可小、化整為零、因地制宜、隨時調整、沒錢可以、有錢最好！

**學到的東西(學習表現&學習內容)，
在某個特定的情境之中，用出來，
解決問題！**



國家教育研究院
NATIONAL ACADEMY for EDUCATIONAL RESEARCH



素養**導向**課程設計 與實務

2018/08/21



臺北市自然科輔導團
大理高中林春煌老師(國教院測評中心研究教師)
松山高中蔡皓偉老師 陽明高中張智詠老師 大理高中余怡青老師
資料來源:1070806-8台東共備藍偉瑩執行長



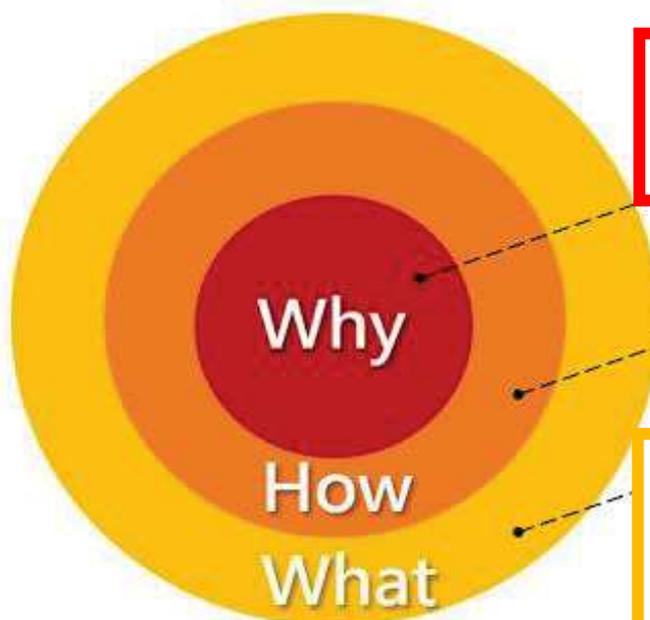
1

領綱導讀---**任務1 領綱基本認識(黃金圈)**

在領綱基本理念處三種色筆圈出

why how what 並討論出共識

拿出點點貼到大字報上



Why 理念和願景
—自然科存在的意義

How 方法與過程
—老師教法與學生學法

What 預期目標
—學習的內容包含
(知識 K.技能 S.態度 A.)

領綱導讀---任務2 學習表現理解

- step1. 找出學習表現的關鍵字EX:想像創造
- step2. 比對國高中學習表現的差異
- (思考智能與問題解決每組選一個)

想像:

國中:想像觀察或實驗方法改變時-結果可能的差異
(小明考了60分)

高中:提出解決問題的各種假設想法

創造:

國中:在指導下創新

高中:以創新的方法探索

3

這樣的學習
有效?無效?

好駕駛需要哪些 知識 技能 態度

我是個好的駕駛嗎?



誰的責任比較大？ 如何避免再發生
讓我成為好的駕駛者？



怎麼教素養？



The emerging OECD 2030 framework can be visualized like this:

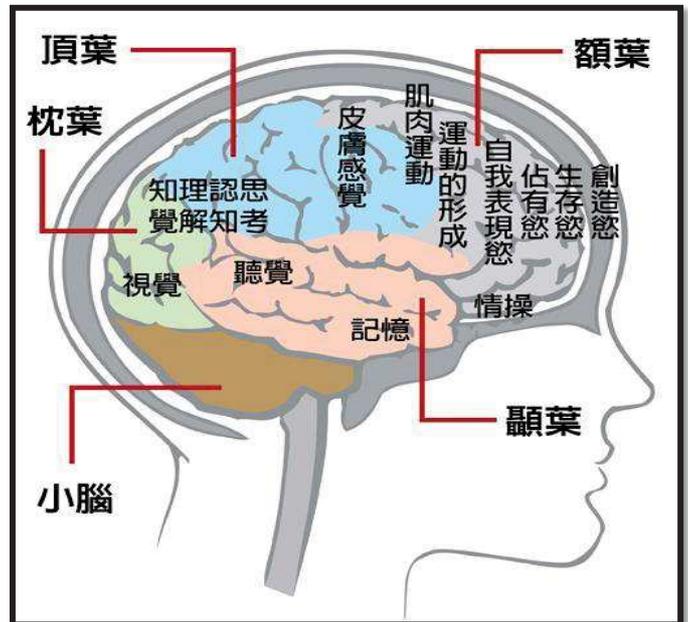
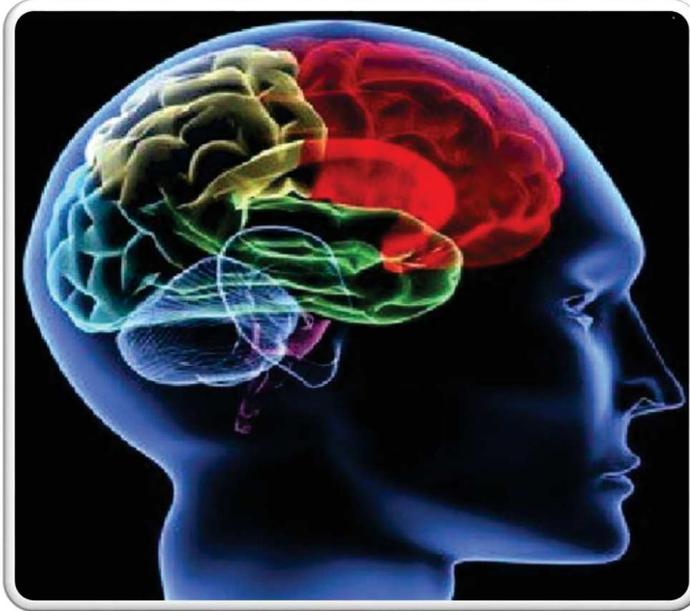
OECD：邁向2030年的教育架構

What do children have to learn?

仿真實情境



知識---技能---態度 的差別

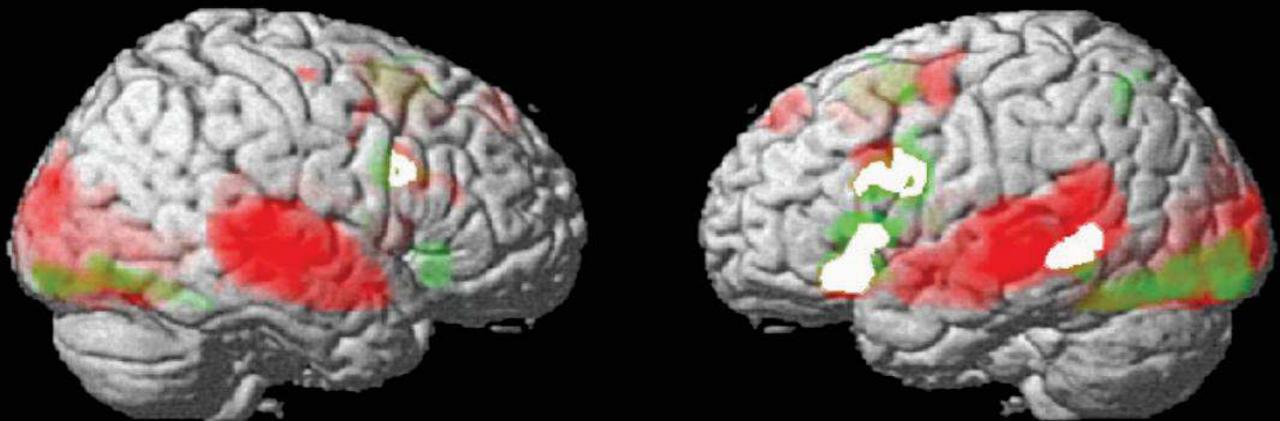


英聽
行不行?

練多久?

都不用
多久會忘記?

(a) Common frontal and temporal network of activation and modality fingerprints in comprehension



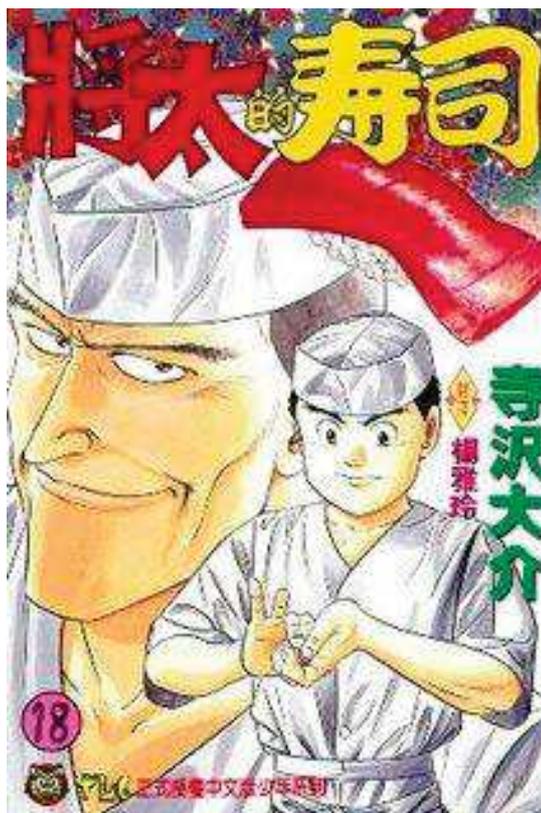
Legend:

Listening comprehension ■

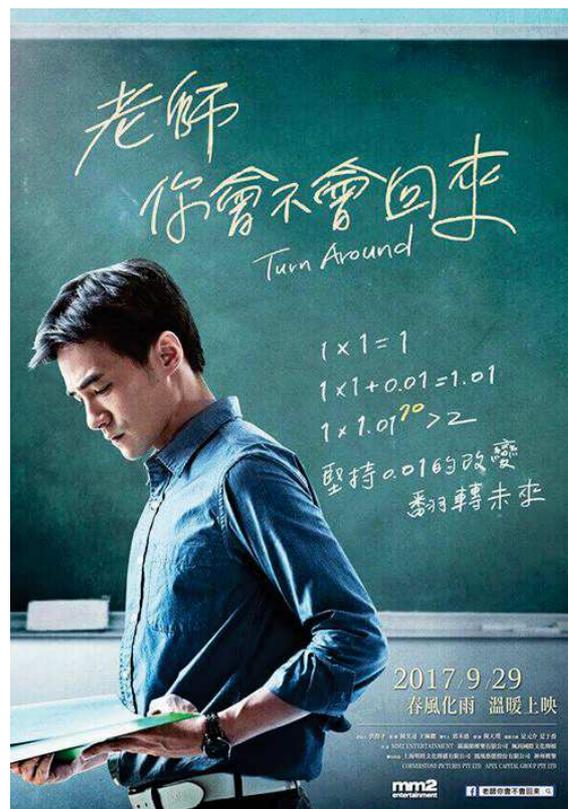
Reading comprehension ■

Listening and reading comprehension ■

知識-技能-態度?誰最難教? 最難忘?

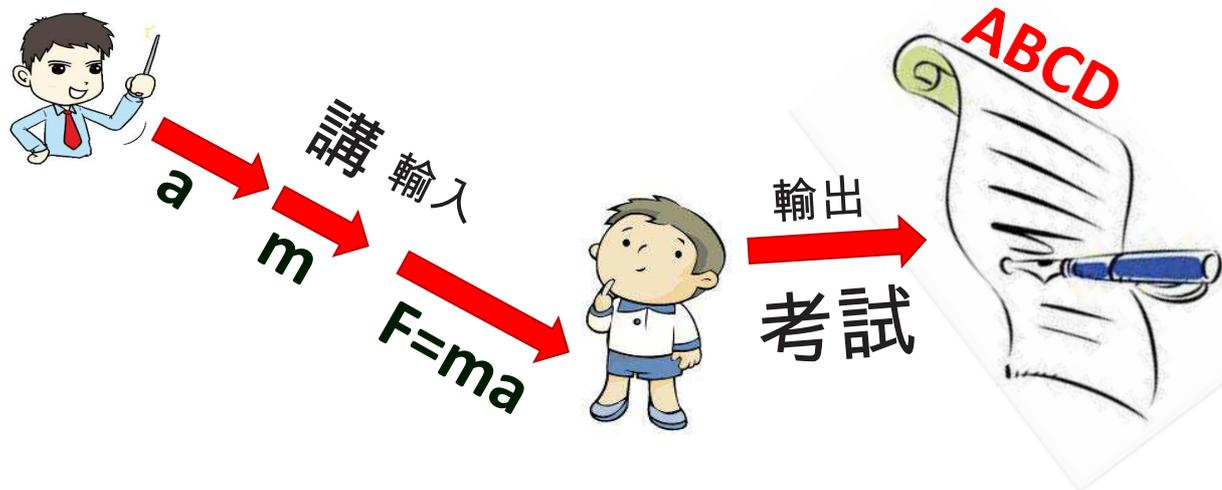


各行各業

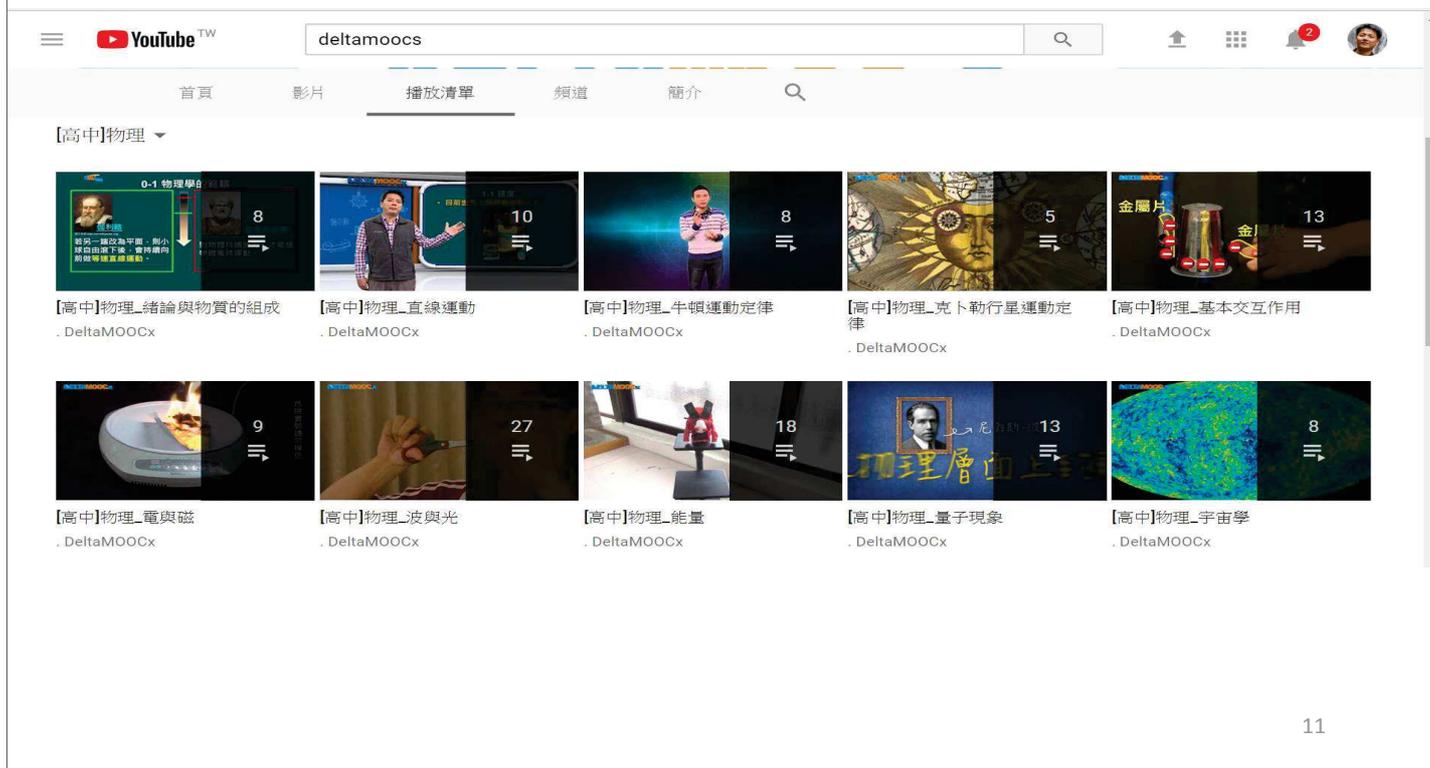


講述法的優點是? 大量知識

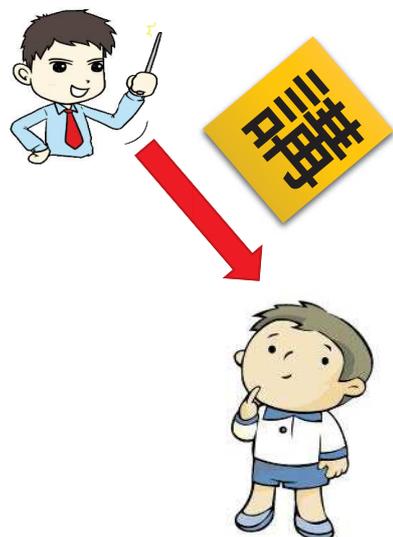
專業
知識



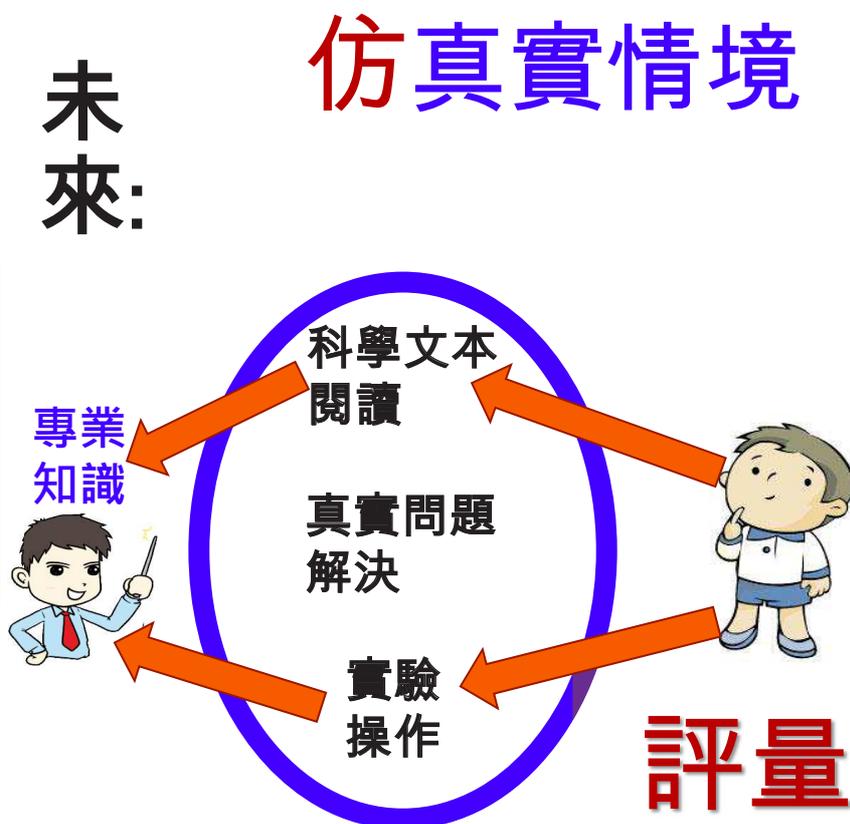
知識大量出現在線上，目前還未 完成但.....10年後呢？學校剩下什麼？



過去:



未來:



示例:理化/密度

棉花糖 體積 10 立方公分 質量 3 公克



$$\text{密度是} = \frac{\text{體積}}{\text{質量}} \text{ OR } \frac{\text{質量}}{\text{體積}}$$
$$= \frac{10}{3} = 3.3 \quad \text{OR} \quad \frac{3}{10} = 0.3$$

重量百分比濃度:

• 糖水表示濃度的方法?

1g糖溶到99g水中，如何表示濃度?

1/99	99/1	100/99
1/100	99/100	100/1



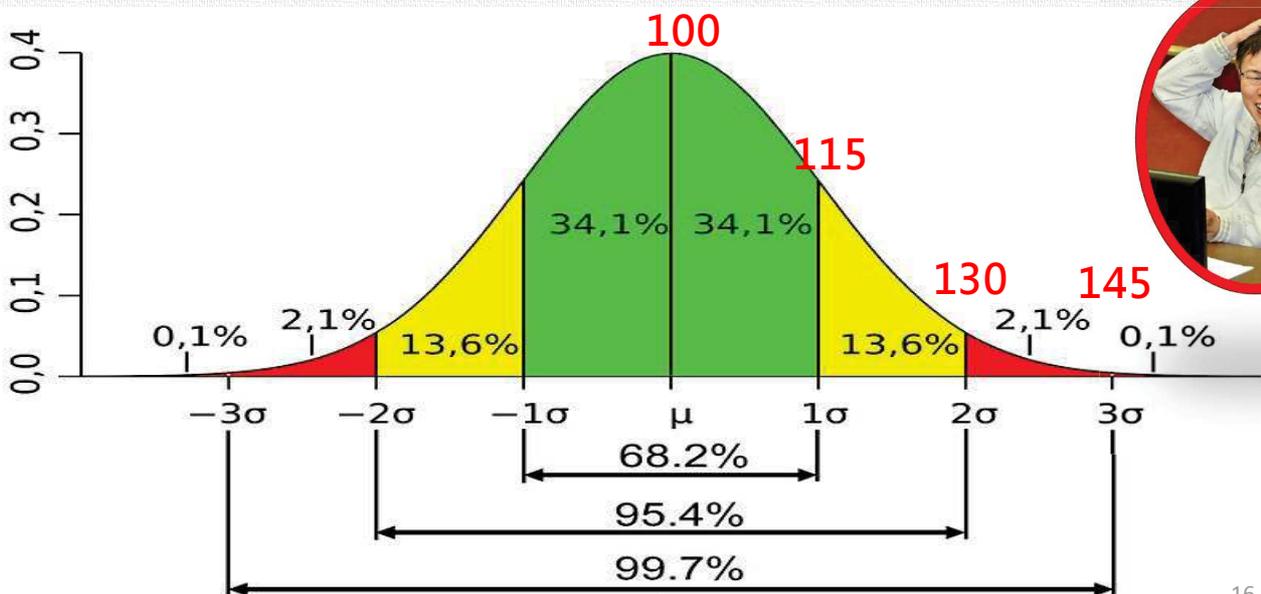
1. 溶質/溶劑	2. 溶劑/溶質	3. 溶液/溶劑
4. 溶質/溶液	5. 溶劑/溶液	6. 溶液/溶質

段考怎麼看?

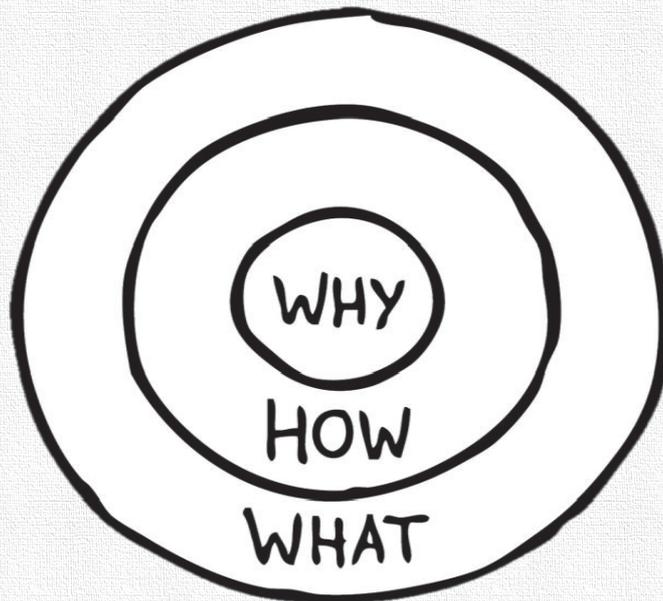
臺北市立大理高中10x學年度第2學期高一第2次段考成績表											高102	
班級	座號	姓名	國文	英文	數學	基礎 物理	基礎 生物	歷史	地理	公民 社會	總平均 (加權)	班排名
			4	4	4	2	2	2	2	2		
102			67	49	78	87	56	44	76	65	65.09	5
102			67	57	59	95	76	56	82	64	67.18	3
102			62	21	35	67	75	70	78	62	53.45	22
102			49	65	64	93	57	47	68	68	62.64	8
102			26	29	36	29	44	40	50	31	34.18	33
102			77	51	47	60	53	37	62	59	56.45	14
		平均	59.2	44.8	47.6	60.8	62.7	50.8	66.2	60.5	54.9	
		標準差										

15

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}$$



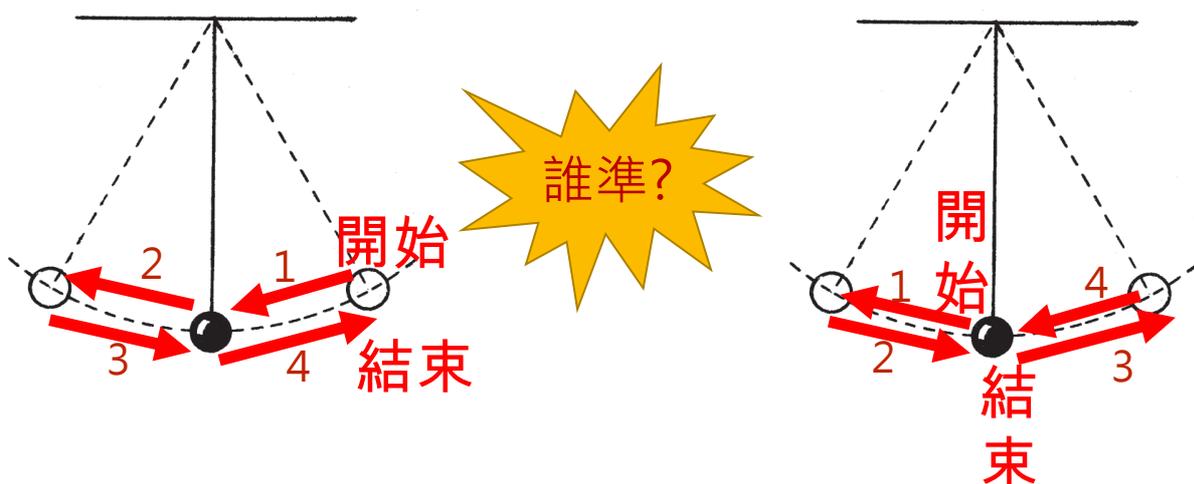
看完影片後用便利貼寫出
WHY HOW WHAT(每組一份)



17

標準差--素養導向教學示範

2人1組完成下列實驗-操作單擺實驗時
要測量裝中間還是兩邊?哪一種比較準?



37

18

完成此表

周期	量 旁邊	誤差	量 中間	誤差
第1次				
第2次				
第3次				
第4次				
第5次				
平均				
總合				

19

如何計算 誤差總合不為0?

周期	量 旁邊	誤差	量 中間	誤差
第1次	1.0	0	1.0	0
第2次	1.2	+0.2	1.1	+0.1
第3次	1.4	+0.4	1.2	+0.2
第4次	0.6	-0.4	0.8	-0.2
第5次	0.8	-0.2	0.9	-0.1
平均	1.0		1.0	
總合		0		0

38

20

回想一下剛才
做了什麼事
來評估誤差？

時間平方

N
次
加
起
來

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}$$

負負得正

一
次
誤
差

每
一
次

平
均
時
間

21

為什麼不是取絕對值？
而是平方再開根號

哪一組誤差大？

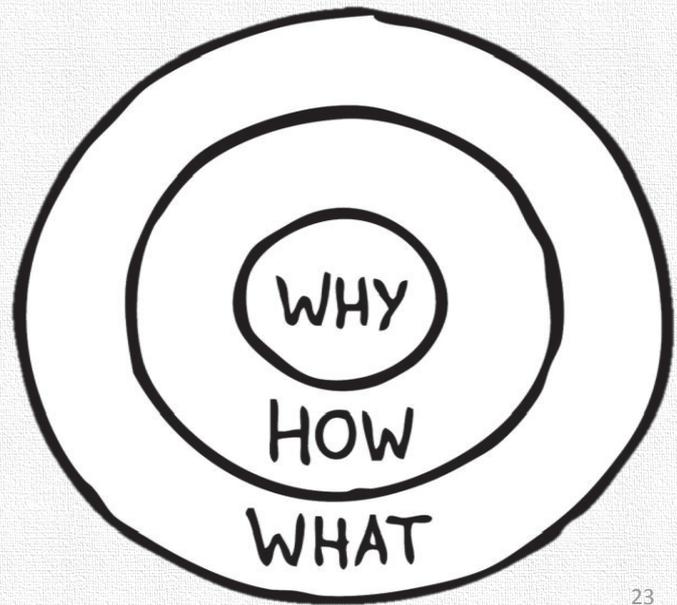


操作完後用便利貼寫出

WHY HOW WHAT

K(知識).S(技能).A(態度).

(每組各一份共6張)



23

雙狹縫--素養導向教學示範

1. 觀看雙狹縫干涉影片

雙狹縫干涉實與單狹縫繞射實驗

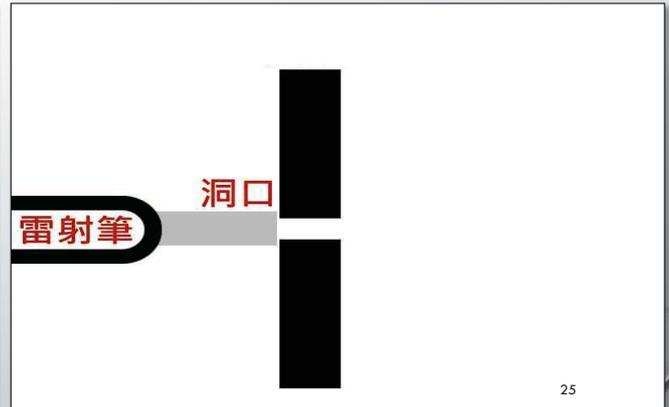
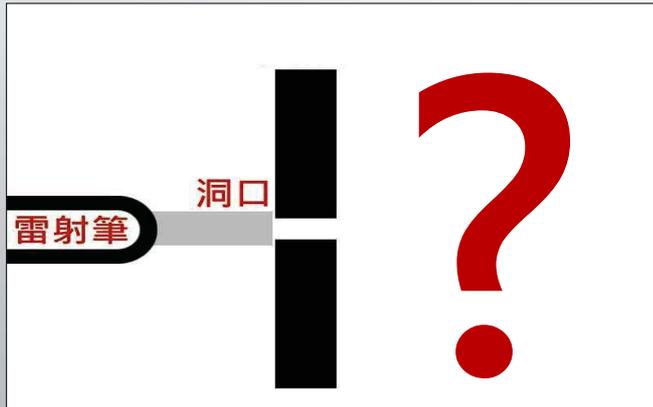
臺北市立大理高中 林春煌老師

以A5紙寫出
你看到哪些器材?
發生什麼現象?
或有趣的事?

24

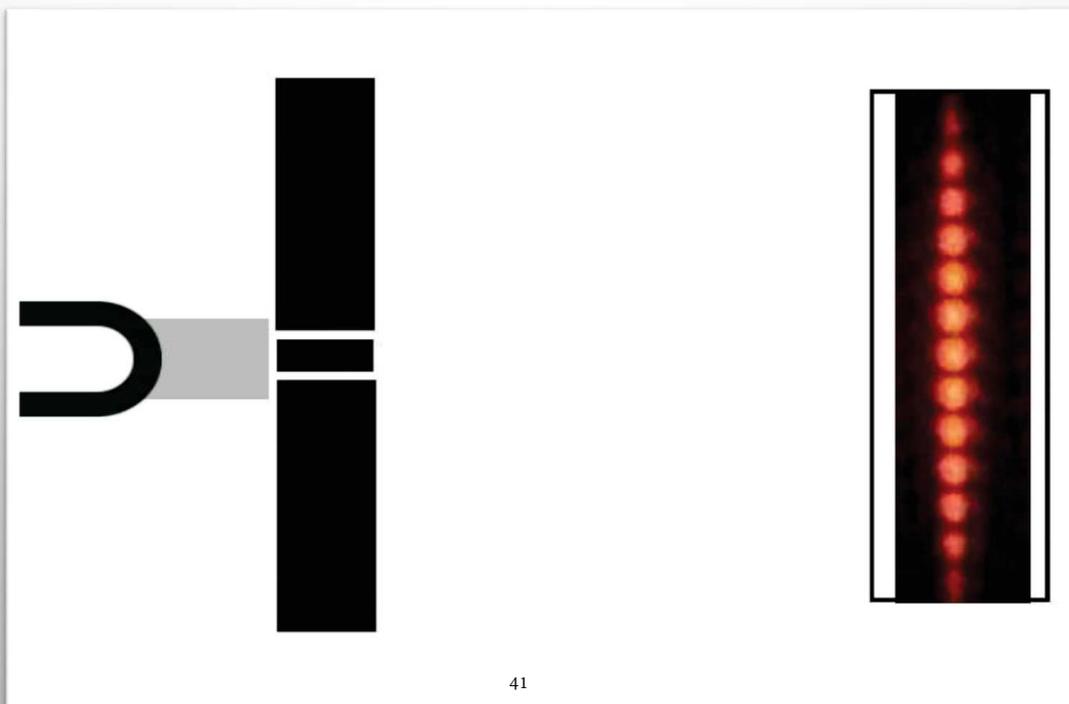
2. 當光通過洞口後發生了什麼事？

請試著想像光可能的各種樣態(2種以上)，
並畫出光通過洞口後發生了什麼事？



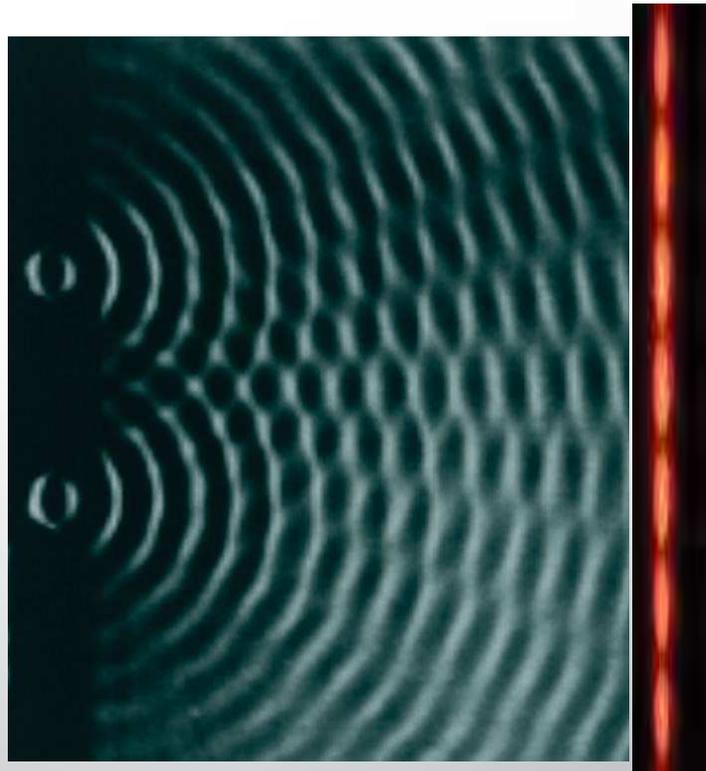
25

3. 選擇其中一種模型，試著利用它解釋雙狹縫干涉的亮紋與暗紋的成因
(並說出模型可以解釋與不能解釋之處)



26

4. 應用水波模型，
解釋發生亮紋與
暗紋的原因

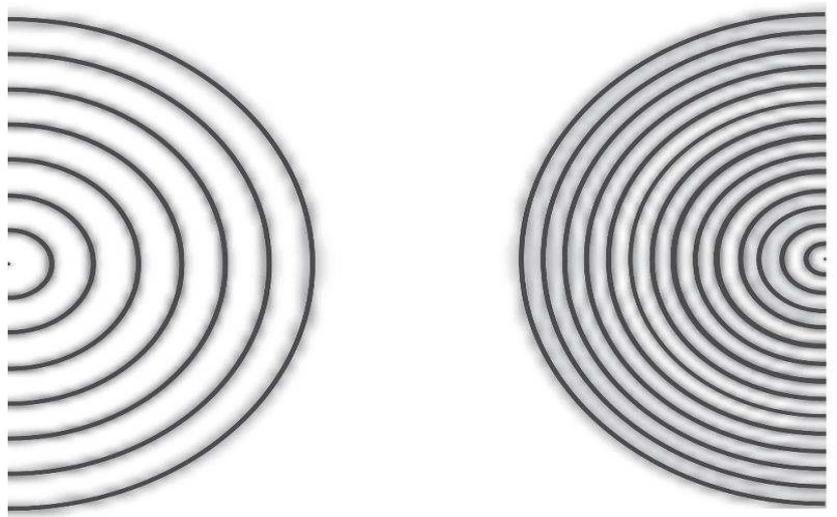


27

5. 操作同心圓水波投影片
找出條紋寬度的因素

影響條紋的因素
有哪些？

這些因素如何
影響亮紋間隔？



28

名詞解析

- 從上述的學習活動中找出或寫出下列相關名詞
- 1.學習內容-相關的知識
- 2.學習表現-相關的探究能力或態度
- 3.核心素養-3面九項
- 4.單元目標-學生能藉由『聽講與抄筆記』學會『K. S. A.』.
- 5.學習任務-總結性評量
- 6.檢核點-過程中的形成性評量

29

會不會只是在作活動沒學習?

教不完怎麼辦?

素養導向教學會不會考?



會不會只是在作活動沒學習

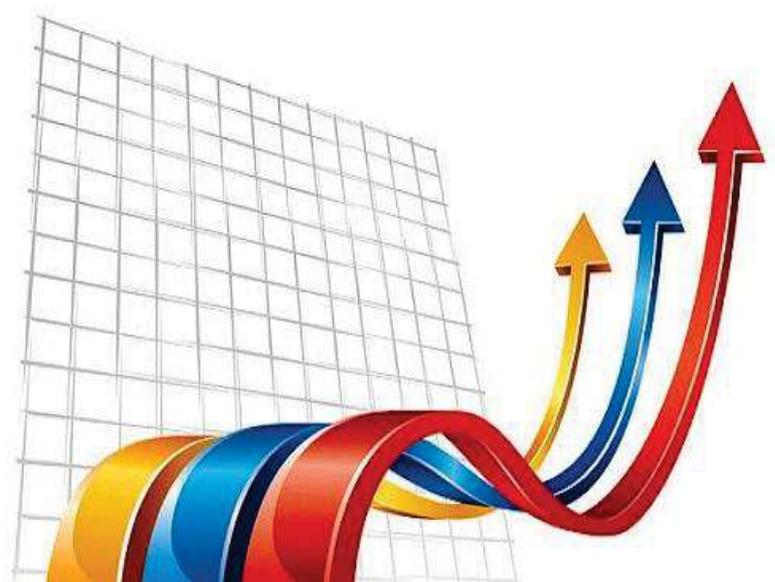
5. 利用波動模型操作推論會影響干涉條紋間距的因素。

- 21 我能夠找出 2 個以上影響干涉條紋間距的因素，且與條紋間距的關係正確。
- 4 我能夠找出 1 個影響干涉條紋間距的因素，且與條紋間距的關係正確。
- 3 我沒有找到任何影響干涉條紋間距的因素。

31

教不完的原因？

- 數學: 指數
- 化學: PH
- 地科: 地震
- 生物: 繁殖
- 物理: 分貝



44

32

如何開始？ Think Big Start Small

很難學不會的
或是你很擅長的



P.S.
午休前
選一個
(用A5寫)
您最**擅長**
的
學習內容



33

素養導向課程設計練習

- **重新分組**:依照早上選得多的**學習內容**請大家自由入座，人數平均分配。

步驟一:決定主題

撰寫:
單元內容
節數



撰寫
學科本質

學科本質最簡單的判斷方式是：本單元於學科教學中**無可取代**、**最能發揮**的功能(參考紙本資料)

45

34

概念發展的架構



10707_雲林素養導向工作坊

17

35

大概概念的意義

- 大概概念是跨域學科的共通概念
- 大概概念是組織零碎知識的魔鬼氈
- 大概概念能促進掌握事物背後的脈絡，有助於遷移與學習。
- 大概概念是抽象的，透過學習經驗設計，讓學生可透過解決問題而掌握。



10707_雲林素養導向工作坊

18

46

36

步驟二:選定大概念

撰寫:
大概念.....

大概念	加速度	定義
改變與穩定	系統隨著時間改變，產生某些因子的變化；當系統內各項因子不變的情況下，達到穩定的狀態。	力.化學.生態平衡.
關係	人事物間的關聯	密度.濃度
模式	在事物上產生一種規律的樣態	細胞分裂
結構與功能	相互關連元件間的排列或組織，形成特有功能(用)。	器官組織
系統與模型	一群有關係的元件，依據某種規則運作而形成的整體。	
次序	有原則的排列	週期表
交互作用	元件間透過任何形式的互動產生的影響	力學能守恆
		原子結構
	各種作用力	反作用力

37

步驟三:應用領綱



挑選:
學習內容

摘要:
學習表現

摘要:
核心素養

撰寫:
單元目標

學生藉由(學習表現)的過程學會知識 K(學習內容)與S 技能 與態度A(學習表現)

47

38

步驟四:學生表現

• 設定: • 表現任務

- 表現任務是總結性評量。
- 評量可同時是學習的過程。學習即評量。
- 為了確定單元目標達成，於適當部分設定學習評量。
- 為了評量學習表現的品質。
- 評量任務的要求須要清楚可測量。
- 表現任務的內容與要求

分析: 學生情形

- 請依據備課的單元，討論該單元學生先備知識。
- 請依據備課的單元，分析學生學習的困難(容易模糊的概念，或影響理解的關鍵概念)。
- 請依據備課的單元，思考學生可連結的情境。

39

步驟五:經驗表現

設計: 情境脈絡

- 學習脈絡包含學術與生活情境，由這兩者組合而成的學習經驗。
- 選擇後，請依據學習進行的次序，排出學習脈絡。
- 由學科重點發展次序決定次序
- 學習脈絡的安排要符合課程目標。

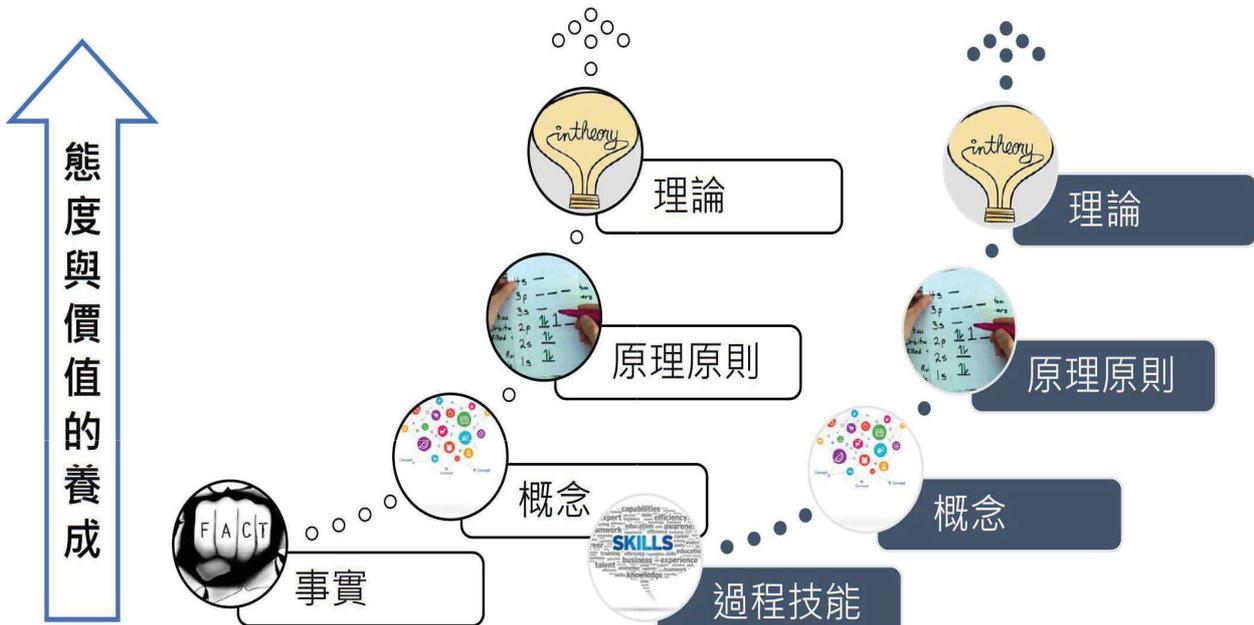
決定: 學習活動

- 依據情境，安排學習活動，以利學習表現的產生。
- 學習活動的撰寫需要說出活動的重點。

48

40

學科學習建構歷程



10707_雲林素養導向工作坊

45

41

步驟六:檢核點

- 設定:
- 檢核點

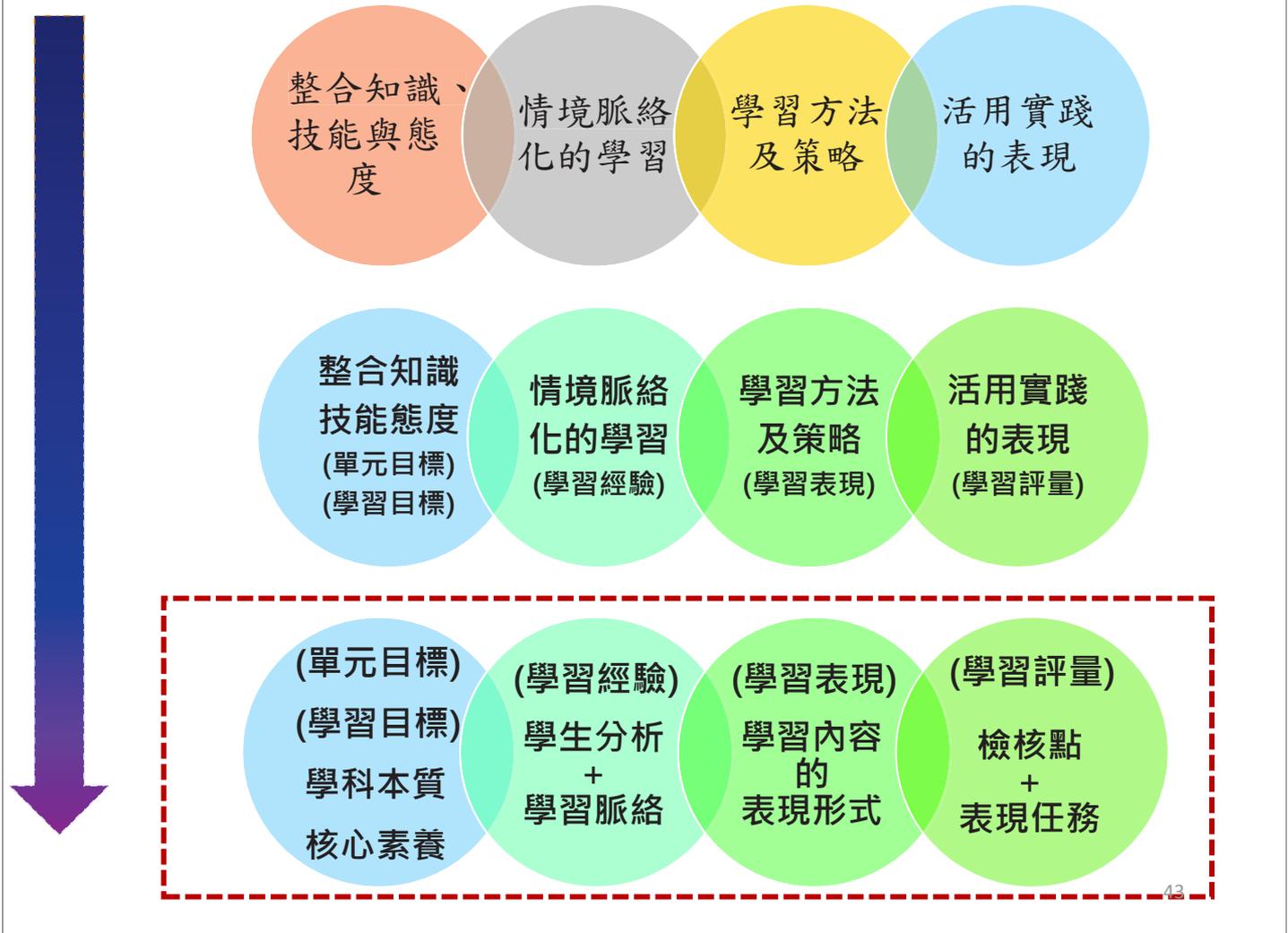
- 為了確定學習目標達成，於適當部分設定學習評量。
- 檢核點是診斷性評量與形成性評量，不必然需要評分。
- 學習即評量
- 檢核點如是以學習活動做為評量，可設定最低標準。
- 最低標準之內容應為學習重點的表現程度(或品質)。

診斷性評量：確認學生先備知識(關鍵概念)，並連結新的學習。

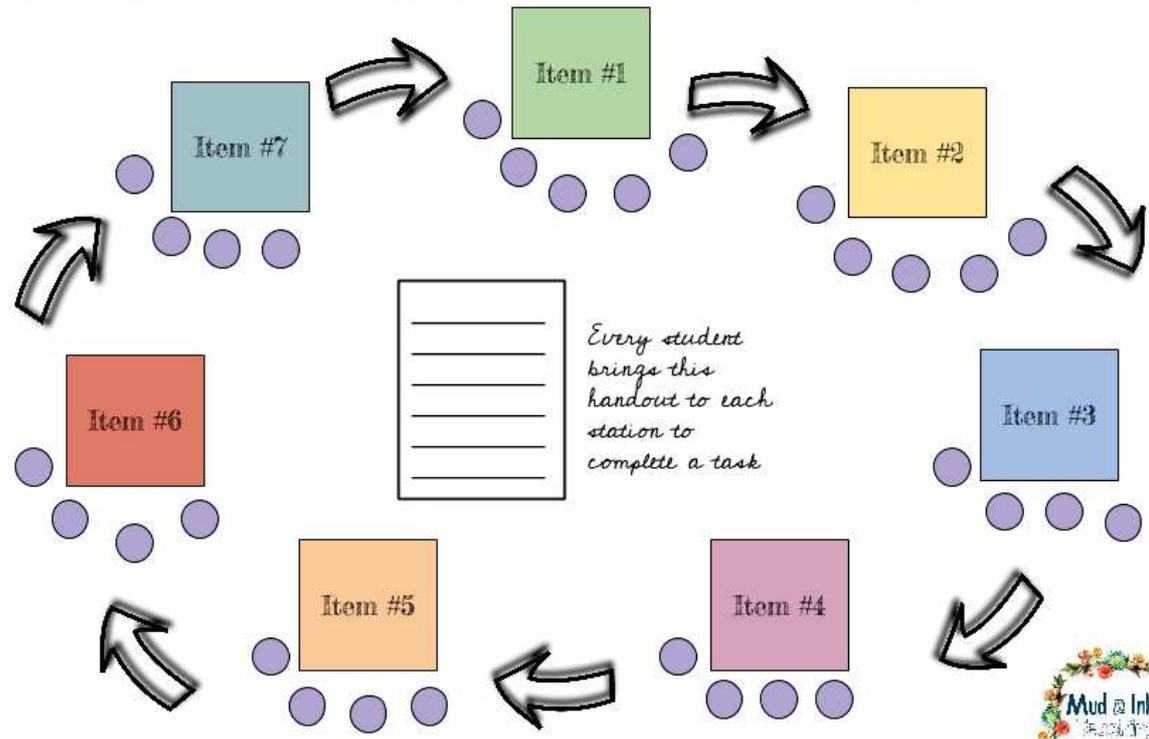
形成性評量：過程中可以獲得的學生表現(檢核點的設定，可以與學習表現相同，但須有明確的評量標準)

49

42



How to run a GALLERY WALK



物理學科本質

物理學是研究物質、能量的本質與性質，以及它們彼此之間交互作用的自然科學，是一種實驗科學，從觀測與分析大自然的各種基於物質與能量的現象來找出其中的模式。這些模式（假說）稱為「物理理論」，經得起實驗檢驗的常用物理理論稱為物理定律，直到有一天被證明是有錯誤為止（具可否證性）

台北市大理高中 林春煌主任整理

化學科的學科本質討論

一、自然科學基本理念

1. **科學的必要性：**現代社會資訊與科技產品更迭快速、資源過度開發，並因而衍生出的環境生態問題。因此我們的國民更需要具備科學素養，能了解科學的貢獻與限制、能善用科學知識與方法、能以理性積極的態度與創新的思維，面對日常生活中各種與科學有關的問題，能做出評論、判斷與行動。同時，我們也需要培養未來的科學人才，為人類文明與社會經濟發展奠下堅實的基礎。
2. **科學方法：**應當從激發學生對科學的好奇心與主動學習的意願為起點，引導其從既有經驗出發，進行主動探索、實驗操作與多元學習，使學生能具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力。
3. **科學學習的內容：**選擇重要核心概念，再透過跨科概念與社會性科學議題，讓學生經由探究、專題製作等多元途徑獲得深度的學習，以培養國民科學素養，並且能初步了解科學本質。

二、化學學科本質與核心概念

1. 粒子觀點的思考：

原子是構成所有物質(有生命和無生命的)的基礎單元，原子由中子和攜帶著相反電荷的質子和電子所構成，不同原子會相互吸引，以使原子維繫在一起並形成一些化合物。而原子的特性和新的排列結構可解釋不同化合物的特性。

化學反應的發生和平衡(例如：碰撞學說、勒沙特列原理等)及物理性質(例如：氣體壓力、依數性質等)，則是物質粒子間交互作用產生的結果。

2. 物質間的交互作用—靜電吸引力：

物質粒子由中子和攜帶著相反電荷的質子和電子所構成，因而可對其他粒子產生交互作用，從而發生影響。

3. 趨向穩定的自然律—最低能量&最大亂度

自發性的化學反應方向，必趨向最大亂度和最低能量。例如酸鹼反應的方向，會趨向弱酸；氧化還原反應，會趨向活性較低的產物；燃燒反應則會生成二氧化碳和水。

4. 能量不滅：

發生物理或化學變化需要能量。能量能以不同方式從一個載體或一群載體轉換到另外的載體上。在這個過程中，有的能量轉變為不易利用的形態，但能量既不能產生，也不會消失。例如由化石類燃料和氧氣一起燃燒而釋放出來的能量，其中部分變成了不易利用的形態。

5. 表徵轉換與建模：

科學理論和模型表達了自然現象變數之間的關係，它們必需和那個時期內能獲得的觀察結果符合，並能引出可以被檢驗的預期。任何理論和模型都只在一定時期內有效，並常常依據新的資料而被修正。故學習過程應得知如何將自然現象有效以化學語言呈現，並學習以探究的方式，將相關現象間的變數關係建立模型，得出可靠的普遍規律及解釋，並可供其他人作出修訂。

生物學科本質

1. 生命是不斷輸入能量、物質，並有各種調控機制以維持秩序的複雜系統
2. 生物體的現象與機制必然往提高生存與繁衍機會的方向改變（演化）
3. 以物理及化學原理解釋生命系統中的各種現象

國立竹東高中韓中梅老師

子項	10-12 年級 (共同)
想像創造 (i)	ti - Vc-1 能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據已知的科學知識提出解決問題的各種假設想法，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。
推理論證 (r)	tr - Vc-1 能運用簡單的數理演算公式及單一的科學證據或理論，理解自然科學知識或理論及其因果關係，或提出他人論點的限制，進而提出不同的論點。
批判思辨 (c)	tc - Vc-1 能比較與判斷自己及他人對於科學資料的解釋在方法及程序上的合理性，並能提出問題或批判。
建立模型 (m)	tm - Vc-1 能依據科學問題自行運思或經由合作討論來建立模型，並能使用如「比擬或抽象」的形式來描述一個系統化的科學現象，進而瞭解模型有其局限性。
觀察與定題 (o)	po - Vc-1 能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，汲取資訊並進行有計畫、有條理的多方觀察，進而能察覺問題。 po - Vc-2 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，確認並提出生活周遭中適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題 (或假說)。當有多個問題同時存在時，能分辨並擇定優先重要之問題 (或假說)。
計劃與執行 (e)	pe - Vc-1 能辨明多個的自變項或應變項並計劃適當次數的測試、合理地預測活動的可能結果和可能失敗的原因。藉由教師或教科書的指引或展現創意，能根據問題特性、學習資源 (設備、時間、人力等)、期望之成果 (包括信效度)、對社會環境的影響等因素，規劃最佳化的實作 (或推理) 探究活動或問題解決活動。 pe - Vc-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源，能適度創新改善執行方式。能進行精確的質性觀測或數值量測，視需要並能運用科技儀器輔助記錄。
分析與發現 (a)	pa - Vc-1 能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊與數學等方法，有效整理資訊或數據。 pa - Vc-2 能運用科學原理、思考智能、數學、統計等方法，從探究所得的資訊或數據，形成解釋、理解、發現新知、獲知因果關係、理解科學相關的社會議題、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其它相

子項	10-12 年級 (共同)
	關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。
討論與 傳達 (c)	<p>pc - Vc-1 能理解同學的探究過程和結果 (或經簡化過的科學報告)，提出合理而且較完整的疑問或意見。並能對整個探究過程：包括，觀察定題、推理實作、數據信效度、資源運用、活動安全、探究結果等，進行評核、形成評價並提出合理的改善方案。</p> <p>pc - Vc-2 能利用口語、影像 (如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，呈現探究之過程、發現或成果；並在保有個資安全與不損及公眾利益下，嘗試以報告或新媒體形式，自主並較廣面性的分享相對嚴謹之探究發現、成果、結論或主張。視需要，並能摘要描述目的、特徵、方法、發現、價值、限制、運用與展望等。</p>
培養 科學探究 的興趣 (i)	<p>ai - Vc-1 透過成功的問題解決經驗，獲得成就感。</p> <p>ai - Vc-2 透過科學探索與科學思考對生活週遭的事物產生新的體驗及興趣。</p> <p>ai - Vc-3 體會生活中處處都會運用到科學，而能欣賞科學的重要性。</p>
養成應用 科學思考 與探究的 習慣 (h)	<p>ah - Vc-1 瞭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。</p> <p>ah - Vc-2 對日常生活中所獲得的科學資訊抱持批判的態度，審慎檢視其真實性與可信度。</p>
認識科學 本質 (n)	<p>an - Vc-1 瞭解科學探究過程採用多種方法、工具和技術，經由不同面向的證據支持特定的解釋，以增強科學論點的有效性。</p> <p>an - Vc-2 瞭解科學的認知方式講求經驗證據性、合乎邏輯性、存疑和反覆檢視。</p> <p>an - Vc-3 體認科學能幫助人類創造更好的生活條件，但並不能解決人類社會所有的問題，科技發展有時也會引起環境或倫理道德的議題。</p>

物理科課程成果表

單元名稱	物理光學-雙狹縫干涉(選修物理) (第一部分可作為必修物理使用)	節數	2	設計者	臺北市大理高中林春煌, 廖建銘, 黃有志, 余怡青, 松山高中蔡皓偉, 陽明高中張智詠, 木柵高工陳冠宏, 西松高中林國松, 南港高中翁正鴻, 中和高中王一哲, 錦和高中陳家騏
核心素養	<p>自-U-A2 能從一系列的觀察中取得科學數據，並依據科學理論、數理演算等方法來解決問題。</p> <p>自-U-B1 能運用思考智能，有效整理科學數據，並以繪圖與模型探究成果。</p>				
單元目標	<p>藉由繪製光的波動模型，分析雙狹縫干涉的成因與影響干涉條紋的因素，並應用干涉實驗示意圖中各影響因素的幾何關係，推算出雙狹縫干涉公式，最後將光的波動性質應用在教室長度測量與生活中其他的光波干涉現象。</p>				
學習脈絡	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀看干涉實驗短片並回憶影片中的事物 2. 繪製光的模型，分析比較各種模型對干涉條紋現象解釋的優劣。 3. 以水波干涉模型解釋光干涉的亮、暗紋現象 4. 操作同心圓透明片找出影響干涉條紋的因素與關係。 5. 以同心圓模型找出形成亮、暗紋的距離關係，並歸納出形成亮、暗紋的數學通式。 6. 應用實驗裝置圖找到雙狹縫干涉各因素之間的幾何關係，推導出雙狹縫干涉公式。 7. 將學到的結果應用在教室長度的測量與其他生活現象 				
表現任務	<p>表現任務說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生能以波動模型解釋干涉條紋並推導出雙狹縫干涉公式，並以簡單的海報用 1 分鐘說明如何推導出雙狹縫干涉公式。 2. 學生能應用干涉理論與裝置測量教室長度。 <p>評量方式規劃：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請學生繪製海報進行 GALLERY WALK，老師從旁觀看確認是否每組都能清楚說明。 2. 實作測出教室長度，並找到誤差原因，從學習單評估各組成效。 				

課程架構

節次	學習脈絡	學習目標	學習內容	學習表現	學生學習活動	檢核點	學生困難分析
1	<p>1.觀看干涉實驗短片並回憶影片中的事物</p> <p>2.繪製光的模型，分析比較各種模型對干涉條紋現象解釋的優劣。</p> <p>3.以水波干涉模型解釋光干涉的亮、暗紋現象</p> <p>4.操作同心圓透明片找出影響干涉條紋的因素與關係。</p>	<p>學生能從繪製光干涉的模型，學會以波動性質解釋干涉現象並探究出影響干涉條紋的成因。</p>	<p>PKa-Vc-5 光有干涉現象。</p>	<p>1d-Va-1 能依據科學問題來建立模型，並使用「模擬」的公式來描述一個系統化的科學現象</p>	<p>1. 觀察干涉實驗</p> <p>2. 猜測光的模型並分析比較優劣</p> <p>3. 推論形成干涉的</p>	<p>1. 學生推論過程是否正確</p> <p>2. 學生是否能找到三個影響因素並說明如何影響干涉條紋</p>	<p>光看起來像一條線(粒子)卻要用波動性(同心原)解釋現象，過程中有許多步驟，學生不容易理解</p>
2	<p>1 以同心圓模型找出形成亮、暗紋的距離關係，並歸納出形成亮、暗紋的數學通式。</p> <p>2.應用實驗裝置圖找到雙狹縫干涉各因素之間的幾何關係，推導出雙狹縫干涉公式。</p> <p>3 將學到的結果應用在教室長度的測量與其他生活現象</p>	<p>學生能從應用波動模型推導出干涉公式，並應用公式解決生活問題。</p>	<p>PKa-Va-13 光的干涉，其亮紋和暗紋決定於角度。</p>	<p>1b-Va-1 能運用科學證據，以類比、演繹推理方式，理解並推導自然現象的關係</p>	<p>1. 推論雙狹縫干涉公式。</p> <p>2. 應用所學解決問題。</p>	<p>1. 完成公式推導</p> <p>2. 完成實驗操作估算出教室長度並找到實驗誤差原因</p> <p>3. 能說出光的波動性在生活中的應用至少一件</p>	<p>1.公式是四個長度的關係容易混淆</p> <p>2.公式的推導是利用兩個三角形的相似性，過程複雜不易理解</p>

提問設計			
問題組提問次序與內容	學生預期回應	教師引導	
<p>第 1 節</p> <p>Q1:寫下你看完實驗後印象中影片裡有 哪些有什麼器材?發生了什麼現象?有什 麼有趣或奇怪的事?每一組寫出 3 件重 要的事物</p> <p>Q2:猜猜看光可能的樣態，畫出光通單 狹縫到接觸光屏之前發生了什麼事?</p> <p>Q3:從黑板上選擇其中一種模型，畫在 圖中並解釋屏幕上形成亮紋與暗紋的原 因</p> <p>Q4:請你們用水波模型，解釋發生亮 紋，暗紋的原因</p> <p>Q5:利用疊加同心圓水波投影片，找出 影響干涉條紋寬度的因素</p> <p>Q6:從實裝置示意圖找到發生亮、暗紋 時的條件</p>	<p>A1:雷射筆、狹縫片、鐵架、屏 幕、條紋</p> <p>A2:粒子、同心圓波、繩波、多 光束</p> <p>A3:多數學生會選擇粒子模型或 水波模型，但解釋並不完整</p> <p>A4:亮紋是腹線,暗紋是節線，但 有學生會懷疑為何波谷也是亮紋</p> <p>A5:多數學生可以藉由操作找到 波長，縫距對條紋的影響，光屏 距離則需要引導。</p> <p>A6:腹點的部分學生可以寫出關 係 4λ、3λ、2λ、1λ，可能無法 說出相減的關係。</p> <p>A7:學生可以將 4 個長度標示出 來，且可以找到兩兩關係。</p> <p>A8: 多數學生可以算出教室長 度，請他們做 3 次取平均寫在 黑板上。</p>	<p>G1: 請學生寫在 A5 紙上貼在黑板上，老師依照類型歸納，大 致將雷射放在左邊、狹縫中間、條紋在右邊，呈現雷射光打到 狹縫之後產生條紋的順序。</p> <p>G2:請學生每組拿出一張最有道理跟一張最有創意的，請學生 解釋為何能形成條紋。(創意的放旁邊有需要再請學生說明)</p> <p>G3:請每一組說明選擇哪一種模型與理由，與其他模型無法解 釋現象之處</p> <p>G4:請學生聚焦說明為何亮紋是波峰或波谷(振幅不為 0)，暗紋 則是平衡點(振幅為 0)</p> <p>G5:引導學生移動透明片找到規律，請學生將找到的規律寫到 A5 紙上貼出來，須註明正反比。L 與 Y 的關係需要一段時間 等待，如果沒有人找得出來可以提示在透明片上描腹線。</p> <p>G6:請學生將他們從數據中試著兩兩比對，如果還找不到規 律，再請學生將數據貼到討論牆，老師引導討論他們的關係。</p> <p>G7:老師提示要證明 $\sin\theta = \tan\theta$ 可以參考三角函數表，可能只 有情況條件符合。要證明 $\theta_1 = \theta_2$ 可以從圖中找到 $L > d$ 時才符 合。</p> <p>G8:學生操作實驗時手會抖，可以請他們身體靠在牆上作，測 量條紋時可以用拿一隻尺對照用手機拍照再仔細測量。誤差除 了人為測量之外，狹縫間隔可能是錯的，可以重新測量 d。</p>	
<p>第 2 節</p> <p>Q7:找到 Δy、L、d、λ 的幾何關係並推 導出雙狹縫干涉公式</p> <p>Q8:在教室裡操作雙狹縫干涉實驗，利 用公式測量教室長度並討論實驗誤差與 可以改善的因素</p>			

教師教學指引

節次	學生學習活動	學習評量(檢核點)	教師指導與 準備注意事項
1	1.學生回答看到的東西	學生都開口參與討論	播放實驗影片 2 次
	2.畫模型並討論分享	優:畫出 2 種以上 良:畫出 2 種模型 待加強:畫出 1 種以下	準備 2 張 A4 大小空白模型圖讓學生畫好發表
	3.選擇一種模型討論形成亮紋與暗紋的原因	優:能夠利用所選擇的模型，搭配理論，成功推論亮暗紋的成因。 良:能夠解釋模型的物理原理，但無法推論亮暗紋的成因。 待加強:無法解釋選擇模型原因。	邀請每組發表觀點
	4.用水波模型，討論發生亮紋，暗紋的原因	優:能夠找出亮暗紋與腹節線的對應關係，並解釋為何如此對應。 良:能夠找出亮暗紋與腹節線的對應關係，但無法解釋。 待加強:無法回答亮暗紋與腹節線的對應關係	邀請每組發表觀點
	5.操作同心圓水波投影片找出影響干涉條紋寬度的因素	優:能夠找出 2 個以上影響干涉條紋間距的因素且關係正確。 良:能夠找出 1 個影響干涉條紋間距的因素且關係正確。 待加強:沒有找到任何影響干涉條紋間距的因素。	每人一張透明片，另一張可印在 A4 紙上，邀請每組發表探究結果
2	1.依照學習單指示，推導雙狹縫干涉公式，請學生繪製海報說明如何推導出雙狹縫干涉公式。	優:能清楚說明形成雙狹縫干涉的成因與發生條件。 良:能說明雙狹縫干涉的成因。 待加強:無法說明過程成因。	學習單
	2.操作雙狹縫干涉實驗，估計教室長度。	優:能完成實驗估算出教室長度並找到誤差原因。 良:能完成實驗估算出教室長度但無法找到誤差原因。 待加強:無法完成教室長度估算。	狹縫片，雷射光。

雙狹縫干涉課程-課後自評表

1. 觀察光的干涉影片，說出影片中看到的現象，以及與預測的結果有何異同。
 - 我踴躍參與小組討論，說出看到的現象與實驗結果。
 - 我不太會發言，但我很認真地聽同學分享。
 - 我不瞭解發生什麼事，所以沒有參與討論。
2. 想像可能造成干涉現象的成因，建立數種可能的模型，畫在學習單上。
 - 我想出 3 種(含)以上可能的模型。
 - 我想出 2 種可能的模型。
 - 我想出 1 種(含)以下可能的模型。
3. 選擇一種模型並試著說明光通過雙狹縫後形成亮紋與暗紋的成因。
 - 我能夠利用所選擇的模型，搭配合理的理論基礎，成功推論亮暗紋的成因。
 - 我能夠利用所選擇的模型，推論出亮暗紋的成因，但不知道其物理原理。
 - 我能夠合理解釋我所選擇的模型背後的物理原理，但無法推論亮暗紋的成因。
 - 我不知道任何一種模型的理論基礎與造成亮暗紋的原因。
4. 各組說明”波動模型”如何解釋干涉結果。
 - 我能夠找出亮紋與腹線、暗紋與節線的對應關係，並解釋為何如此對應。
 - 我能夠找出亮紋與腹線、暗紋與節線的對應關係，但無法解釋為何如此對應。
 - 我無法回答亮紋與腹線、暗紋與節線的對應關係。
5. 利用波動模型操作推論會影響干涉條紋間距的因素。
 - 我能夠找出 2 個以上影響干涉條紋間距的因素，且與條紋間距的關係正確。
 - 我能夠找出 1 個影響干涉條紋間距的因素，且與條紋間距的關係正確。
 - 我沒有找到任何影響干涉條紋間距的因素。