

國家教育研究院

106 年自然科學領域教材及教學模組研發模式與示例研發計畫

研發成果報告

(二)

國小高年級組課程設計

粒子大概念「微乎其微」教學模組



目 次

| | |
|---------------|----|
| 設計理念..... | 1 |
| 使用方式..... | 2 |
| 微乎其微課本成果..... | 5 |
| 活動一：分分與合合 | |
| 活動一~1 黏土分分分 | |
| 活動一~2 積木合合合 | |
| 活動二：粒子跑跑跑 | |
| 活動二~1 氣味跑跑跑 | |
| 活動二~2 墨汁跑跑跑 | |
| 活動(三)：合合與分分 | |
| 活動三~1 物質的分離 | |
| 活動三~2 物質的析出 | |
| 高年級評量題組..... | 26 |
| 微乎其微教案設計..... | 28 |
| 試教情形..... | 35 |
| 模組研發省思..... | 36 |
| 模組研發團隊..... | 39 |

設計理念

12年國民基本教育課程綱要的實施，是我國繼2000年國民中小學九年一貫課程實施以來，再一次最重要的課程改革。12年國教課程強調素養教學導向，在自然科學領域課程規範中，強調科學知識、科學能力及科學態度同等重要，自然科學教學現場的進行，應該透過課程的設計讓學生以大概概念(big idea)著眼、跨科概念著手，在學習過程中去探究科學領域、涵養科學態度，達成培育每個學生普遍具備自然科學素養的目標。

為了順利實施12年國教課綱，國家教育研究院在教育部國民及學前教育署委託下，進行一系列12年國民基本教育課綱「素養教學導向」的「教材原型」或「教學模組」研發，希望藉由教學模組在教學現場的試教、說課、觀課及議課等具體實踐與完整記錄，引領教科書出版業者編撰方向，進而提升教科書品質，滿足12年國教新課綱素養教學導向的教學革新需求。

本教學模組參考新加坡科學教科書模式，以「大概概念」為核心，並進一步針對12年國教課綱中將原本在國中學習階段的「粒子」概念教學移至國小高年級，研發「微乎其微」教學模組，希望能對「粒子」概念下放至國小的課程教材編輯引導嘗試，有一定的助益。

為何嘗試採用大概概念來進行教學模組設計呢？檢視國內現行教科書設計，大多採行知識導向的學習模式，師生教學容易流於講述式教學之知識累積，面對自然科學領域中多元多樣的知識，師生只能疲於奔命地追著這無窮止盡的知識來一一教學，磨損了師生教學雙方對科學的學習熱情。

此外，從「科學教育的原則和大概概念」一書中指出：支持科學教育的基本原則在於科學大概概念的選擇；在科學認知上是由小概念進入到大概概念；但卻應該以大概概念的理念來進行教學。例如：12年國教課綱中將原本在國中學習階段的「粒子」概念教學移至國小高年級，就國小教學階段來說是全新、抽象的概念，對第一線教學現場的教師相當具有挑戰性。本模組嘗試以小學階段學生容易理解的方式，以類化、實作等教學策略設計學習活動。讓學生能以嘗試以「粒子」的概念，理解曾學習過的如：水的三態變化、溶解、蒸發等生活中所見的現象。

本模組由國教院黃茂在副研究員、黃鴻博教授指導臺中市國教育輔導團李永烈校長、林鴻仁主任、王建仁主任、掌慶怡主任、郭宗銘老師、塗佳儒主任及吳佳霓老師等輔導員團隊進行研發，從概念釐清、教學活動設計，到試教、評量、發表會等的辦理，歷經10餘次討論修正會議、試教及公開發表會活動，完成初步國小高年級「微乎其微」教學模組。

使用方式

12年國民教育自然科學領域核心素養的內涵包含：1. 提供學生探究學習、問題解決的機會並養成相關知能的「探究能力」；2. 協助學生了解科學知識產生方式和養成應用科學思考與探究習慣的「科學的態度與本質」；3. 引導學生學習科學知識的「核心概念」。藉由此三大內涵的實踐，培育12年國民教育全人發展目標中的自然科學素養。國內學者黃茂在、吳敏而(2016)(註1)指出：

一、本次課程將科學素養內涵簡併為三項，包含探究能力、科學概念、科學的態度本質，主要是為讓教學設計或教科書編撰時，更從科學核心概念(core ideas)與科學探究切入，掌握核心目標與素養的學習，整體性與系統性的規劃學習進程和重點。

二、跨科概念及核心概念，強調科學素養的學習需要落實核心概念的課程，避免學生記憶很多的事實知識，卻無法活用。

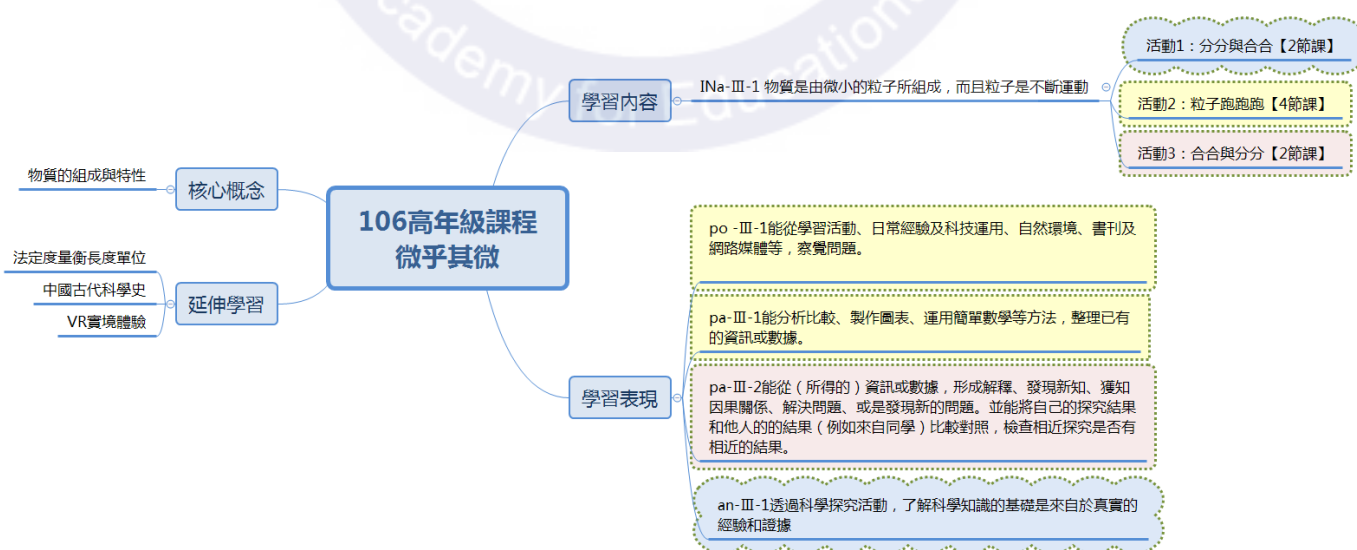
三、以探究與實作作為本次課程核心素養重要的實踐方式。依此，國小階段以跨科概念整合知識系統，全面性配合實作探索與體驗，豐富學生的主體經驗。

本教學模組的設計即根據十二年國民基本教育課程綱要內涵的解讀，以科學的探究能力及科學的態度與本質為基礎，在課程的引導中讓學生形塑科學舉證的能力、形成科學議題的能力及建構解釋科學現象的能力。

關於「微乎其微」的教學模組大概念教學設計，有以下幾項說明：

一、以「粒子」大概念設計教材

12年國教課綱中將原本在國中學習階段的「粒子」概念教學移至國小高年級，就國小教學階段來說是全新、抽象的概念，對第一線教學現場的教師相當具有挑戰性。本模組嘗試以小學階段學生容易理解的方式，以類化、實作等教學策略設計學習活動。讓學生能以嘗試以「粒子」的概念，理解曾學習過的如：水的三態變化、溶解、蒸發等生活中所見的現象。本模組的自然科學知識概念主要包括：(一)物質是由微小粒子所組成；(二)粒子會不斷的運動；(三)粒子的運動致使物質型態改變。課程設計架構如下：



二、問題解決教學：設計連結學生生活經驗之情境化問題，引導學生透過觀察、實作、討論、想像、辯證等問題解決歷程進行學習，培養基本科學素養。



三、貼近教師教學慣性：根據目前教師教學習慣設計教學目標自我檢核、關鍵提問與歸納學習內容等教材內容單元，引導基層教師進行自然科素養導向教學。

106 年國家教育研究院 自然領域教學模組-臺中團隊-高年級粒子組 微乎其微

討論

◎上頁各組記錄表中有提及一如何「敘述」分到最小後物質的大小！
你們認為還可以從你們所分的最小 size 再往下分嗎???

引導學生方向：工具改良



結論

物質還可以被分成更小的單位，可能是我們手邊 工具 無法進行操作！

因此燒化金紙時，可能會產生的我們看不見 細小懸浮物質。

大氣中各種懸浮物，顆粒越小的，越容易進入我們身體中，影響我們的健康。

四、強調主動學習：使用學習自我檢核表，提供後設認知鷹架來統整學習，以延伸學習區塊讓學生進行差異化學習。

活動二、粒子跑跑跑

教師提示教學目標，學生閱讀後打勾✓。

| 我已經知道。 | 經過本活動將學會。 |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 自然界是由不同物質所組成。 | <input type="checkbox"/> 擴散現象與粒子運動有關。 |
| <input type="checkbox"/> 物質是由微小的粒子所組成。 | <input type="checkbox"/> 粒子在物質三態中都會不斷的運動。 |
| | <input type="checkbox"/> 外力與溫度會影響粒子運動速度。 |

活動二之一 氣味跑跑跑

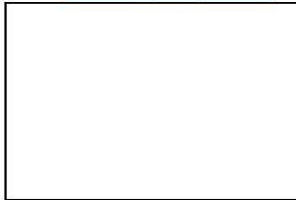
五、強調多元評量：設計多元教學評量，運用科學繪圖、實驗規劃、口語發表檢核學生習得之學習表現、學習內容是否正確；並結合國小期中及期末定期考查，設計科學素養評量題組。

附錄-「微乎其微」題組

◆粒子在不同的物質型態下的排列分布不同，請同學想像然後畫下：在不同物質型態下的粒子分布可能會是怎樣的情形，並回答下列問題。



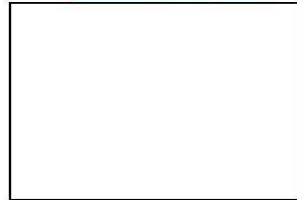
冰(固態)



固態



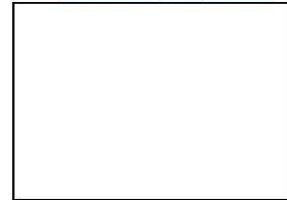
水(液態)



液態



蒸汽(氣體)



氣態

六、透過團隊合作系統檢核教案，實際試驗教學回饋等，檢視設計內涵之妥適性。



註 1：黃茂在、吳敏而(2016)。科學素養與課程統整。載於國家教育研究院教育脈動電子期刊，2016 年 03 月第 3 期。臺北：國家教育研究院。

106年自然科學領域教材及教學模組研發模式與示例研發計畫

微乎其微



給小朋友的話：

你已經準備好要體驗本書的探究歷程了嗎？

透過這份教材，你將學習到運用「粒子概念」來解釋相關科學成因，也將會引導你使用新的角度，來體察週遭的自然環境。



在探索「微乎其微」課程中，你必須學會發現問題，提出你的想法，與學習的夥伴們共同去探索，運用五官去觀察、操作儀器去實驗，並且整理記錄去解析，試著解釋你所觀察到的自然現象，盡情感受發現科學的樂趣，並試著應用在日常生活動中！

讓我們懷抱好奇心、發揮想像力來發現能量在生活中的存在吧！



微乎其微-認識粒子

活動一、分分與合合

| 我已經知道 | 經過本活動將學會 |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 空氣中存在許多『懸浮物質』 | <input type="checkbox"/> 物質可以被分成更小的狀態 <input type="checkbox"/> 空氣品質與這些『懸浮物質』有關聯 |

活動一~1 黏土分分分

空氣中存在大小不同的懸浮物嗎？

空氣中的懸浮物質

◎我們這幾年來，「空氣」品質很差！我們常常聽到-『PM2.5』，想一想：『PM2.5』到底指的是什麼？

引導學生方向：表示細懸浮微粒的測量單位

◎常常說『燒金紙』場合，空氣品質差，

想一想：如果你在燒金紙的場所(如右圖)能避免吸入燃燒產生的懸浮物質嗎？

引導學生方向：除了照片中所見的懸浮微粒，燃燒所產出的懸浮微粒『可能』還有更小的物質

空氣懸浮物大小比較圖



毛髮(直徑70微米) 細沙(直徑50微米) PM10(<10微米) PM2.5(<2.5微米)



道教-燒化儀式：郭宗銘攝

物質可以分為更小嗎？

古人的說法

◎閱讀右邊的漫畫，如果你是莊子，你相信惠施嗎？為什麼（猜一猜）？



圖片來源：<https://ppt.cc/fYfbOx>

引導學生方向：**實際操作-分分看**

黏土分分分

◎我們用『黏土』實際來分分看！

一器材一

黏土___包、鐵尺___枝 黏土擺放版

講義 P.4

-小提醒-鐵尺可以拿來分割黏土也可以拿來測量是否有一半...

做一做：將整塊黏土平分成二塊。一塊放在一旁擺入「黏土擺放版」；拿起另一塊再對半分。

分好後，一塊放在一旁擺好；拿起另一塊再對半分...

引導學生方向：**猜測的原因**

◎預估一下，我們這組應該能分出幾小塊黏土？

◎最後結果，我們這组分出幾塊？

引導學生方向：**數“置放”的個數**

◎如何描述分到最小物質的大小？

引導學生方向：**長度、重量**

第___組記錄表

| 我們猜測 | | 操作結果 | | 描述分到最小物質的大小 | |
|------|----|------|----|-------------|----|
| | 塊 | | 塊 | | |
| 數字 | 單位 | 數字 | 單位 | 數字 | 單位 |



黏土分分：郭宗銘攝

討論：

◎上頁各組記錄表中有提到：如何「描述」分到最小後物質的大小？
你們覺得還可以從所分的最小尺寸再往下分嗎？

引導學生方向：工具改良



黏土分分：郭宗銘攝

結論：

工具

物質還可以被分成更小的單位，可能是我們手邊

無法進行操作！

因此燒化金紙時，可能會產生的我們看不見

細小懸浮物質

大氣中各種懸浮物，顆粒越小的，越容易進入我們身體中，影響我們的健康。

-延伸學習-

小朋友可以參考下表的長度單位，
算算看 PM2.5 大約幾公分？

法定度量衡

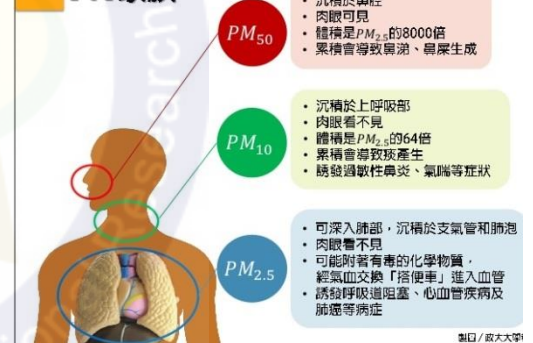
| 百 | 厘 | 毫 | 微 | 奈 |
|-----|------|-------|----------|-------------|
| h | c | m | μ | n |
| 100 | 0.01 | 0.001 | 0.000001 | 0.000000001 |

◎ 微米 $\mu\text{m}=0.000001$ 公尺=0.001 公分



法定度量衡

PM家族



引自：政大學報

想一想

液態、氣態，也能如此"分"嗎？

自我檢核

我學會了

我會應用

- 若有適當工具，物質可以被分成更小的狀態
- 空氣中越細小的物質，越容易進入我們體內

- 能尋找適當工具，將物質分成更小的狀態。
- 能避免前往空氣懸浮物質較多的場所

-黏土擺放板-

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | |
| 第 1 刀 | 第 2 刀 | 第 3 刀 | 第 4 刀 | 第 5 刀 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | | | |
| 第 6 刀 | 第 7 刀 | 第 8 刀 | 第 9 刀 | 第 10 刀 |

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | |
| 第 11 刀 | 第 12 刀 | 第 13 刀 | 第 14 刀 | 第 15 刀 |

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | |
| 第 16 刀 | 第 17 刀 | 第 18 刀 | 第 19 刀 | 第 20 刀 |

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | |
| 第 21 刀 | 第 22 刀 | 第 23 刀 | 第 24 刀 | 第 25 刀 |

活動一~2 積木合合合

| 我已經知道 | 經過本活動將學會 |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 物質可以被分成許多微小物質 | <input type="checkbox"/> 有些微小物質可以重組成一個大的物質 <input type="checkbox"/> 物質是由微小的粒子所組成 <input type="checkbox"/> 物質是佔有空間且具有體積。 <input type="checkbox"/> 物質可能是單純一種粒子組成，也可以是數種粒子混合在一起。 |

微小物質可以重組成一個較大的物質嗎？

◎請小朋友們先將第一節-放置在「黏土擺放板」的全部黏土，再組成一塊，請問：合併後，這些東西的組成份是什麼？

引導學生方向：依然是黏土



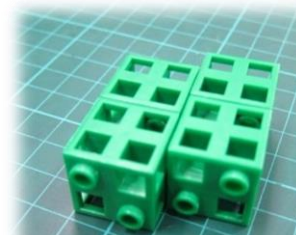
◎根據上面操作，我們發現-微小物質，可以重組成一個較大的物質。你們認為這樣是對的嗎？

引導學生方向：不一定，因為上面操作-成分相同，而且黏土有黏性可以重塑

◎我們用『積木』來模擬操作：

器材：積木方塊

- 黃色 _____ 個 綠色 _____ 個 紅色 _____ 個
 藍色 _____ 個 白色 _____ 個 橘色 _____ 個



我們以積木的 顏色，代表兩個是否為相同組件。我們以積木有無 連結處，代表兩個是否能組合。

◎根據下表所需要結果，進行操作。並將在表內勾出你們的操作結果！

第 _____ 組記錄表

| | 相同組件 | 不同組件 |
|------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 有連結處 | <input type="checkbox"/> 可組合 <input type="checkbox"/> 無法組合 | <input type="checkbox"/> 可組合 <input type="checkbox"/> 無法組合 |
| 無連結處 | <input type="checkbox"/> 可組合 <input type="checkbox"/> 無法組合 | <input type="checkbox"/> 可組合 <input type="checkbox"/> 無法組合 |







結論：

地球上 _____ 微小的粒子，經過重新組合後，可以組成較大的物質。

物質的外觀與組成

物質佔有空間且具有體積，用適當的工具也可以測量到重量。從外觀來分，可分為固態、液態、氣態。固態物質粒子排列緊密，有固定的體積、固定的形狀，如書桌、冰塊等。液態物質有固定的體積、沒有固定的形狀，如水、油等。氣態物質則沒有固定體積與形狀，如空氣等。

看一看：

| 冰塊 | 水 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| 黃金黃冠 | 乾冰 |
|  |  |

物質從組成份來區分，有單純一種物質組成，如水、純金。也有數種物質混合在一起的如：糖水、土壤、空氣等等。數種物質混合在一起的物質，可能保有其中組成物質的特性，如：空氣由氧氣與氮氣為主還有少許二氧化碳，其中氮氣不助燃，氧氣有助燃性。



-延伸學習-墨子的粒子觀



(分割一物)先砍去一半，再砍去餘下之半，如此不斷的分割下去，最後會達到不能再分割

端

成半的東西，這個稱為「_____」。原文：「非半，弗斲(ㄉㄨㄛˋ)，則不動。說在

| 我學會了 | 我可以做到 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 有些微小物質可以重組成一個大的物質 <input type="checkbox"/> 物質是由微小的粒子所組成 | <input type="checkbox"/> 我會透過操作的結果，來進行原理驗證。 <input type="checkbox"/> 我會觀察物質有三態變化。 <input type="checkbox"/> 我可以舉出物質可能是單純一種粒子組成，也可以是數種粒子混合在一起的例子。 |



微乎其微-認識粒子

活動二 粒子跑跑跑

□教師提示教學目標，學生閱讀後打勾 V。

| 我已經知道 | 經過本活動將學會 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 自然界是由不同物質所組成。 <input type="checkbox"/> 物質是由微小的粒子所組成。 | <input type="checkbox"/> 擴散現象與粒子運動有關。 <input type="checkbox"/> 粒子在物質三態中都會不斷的運動。 <input type="checkbox"/> 外力與溫度會影響粒子運動速度。 |

活動二~1 氣味跑跑跑

氣味從哪裡來？

你聞過這些特殊的味道嗎？說說看，這些味道從哪裡來？



(示意圖：教室裡講台上的老師打開香水，第一排的某一位說「好香」，後排的說「？」，在更後面的說「哪有？」)



請同學回答下列問題：

一、小朋友聞到的味道是從哪裡來的？

講桌上的瓶子裡散發出來的。

二、誰先聞到？為什麼？

第一排的同學，因為離瓶子較近所以先聞到。

三、本來沒聞到味道的同學，為什麼後來也聞到了？

味道慢慢的飄散開來。教師可以適度引導小朋友注意氣味的擴散現象。

氣味的擴散

現在我們將氣味想像成微小粒子，試著將乒乓球當成微小粒子，觀察粒子是如何透過運動將氣味傳遞出去？

一、一瀉千里的乒乓球



1. 準備一籃黃色乒乓球。

2. 沿著地將整籃黃色乒乓球倒出。

想一想：「一瀉千里的乒乓球」，你觀察到乒乓球是如何變化的？

(一) 整籃乒乓球剛倒出時，你看到什麼情形？

剛倒出時，因重力而下墜及球本身的彈力而彈跳，彼此又產生碰撞而散落各處。

(二) 乒乓球靜止後的分布狀態如何？

引導小朋友觀察：球的分布是否有規律、距離倒下的位置遠近分布情形是否有差異、分布狀況可能受哪些因素(如倒下的力度、附近是否有阻礙物、球彼此間碰撞的多寡、風、地面的平整或斜度……等)影響等。

二、攪動的乒乓球



1. 準備一籃白色乒乓球。



2. 將數顆黃色乒乓球放在籃中的一個角落。

想一想：

一、「攪動的乒乓球」，你要如何將黃色乒乓球分散在白色乒乓球中？

請小朋友思考除了用手直接攪動以外，還有什麼方法可以達到這個目的，之後再實際操作看看。引導小朋友發現有些粒子的運動很不明顯，必須給予適當的能量(外力，如：熱、壓力、機械……等)，才會有比較明顯的變化。

二、想想看，生活中和「黃色乒乓球透過不斷的運動分散在白色乒乓球中」有關的例子還有哪些？

如：煮菜時加調味料後，需再翻攪使味道均勻。
泡蜂蜜水時攪拌，使蜂蜜溶解。
室內有異味時打開窗戶或電扇吹動，讓異味散去。
.....

結論：

粒子透過不斷的運動而傳遞到我們身旁，讓我們能聞到該氣味。

延伸學習：VR 體驗

VR 體驗：利用平板電腦掃描 QR-CODE，觀察粒子運動狀態。

微乎其微-認識粒子

活動二~2 墨汁粒子跑跑跑

影響粒子運動快慢的原因？

我們能聞到飄散過來的香水氣味，是因為氣體的微小粒子會不斷運動而擴散出去，那麼液體的微小粒子也會透過不斷運動而擴散出去嗎？讓我們做個實驗觀察看看。

做一做：擴散的墨汁

1. 準備冷、熱兩杯水



2. 同時在水面上滴入一滴墨汁



3. 墨汁在杯子裡發生了什麼事？



4. 不同的二杯，墨汁擴散的速度如何？



想一想：

教師可提供多組實驗器材，讓學生依自己的需求，進行反覆的實驗觀察並紀錄。

請學生依自己所觀察的現象，回答下列問題(實驗過程中，沒有觀察仔細的部分，可依各組需要，重新操作實驗)。

一、滴下墨汁後，杯子裡發生了什麼現象？

墨汁會進行擴散，一直到整杯水都變為紅色。

二、在沒有額外施予能量下，請用粒子的觀點來解釋為何墨汁可擴散之原因？

我個人認為

操作模式建議：教師可先讓學生自己(或小組)寫出擴散原因的推論，再將小組凝聚共識後的答案，寫在小白板上後，進行全班的討論，最後凝聚出全班一個共同的答案。

經全班討論後認為

墨汁粒子本身會不斷運動及相互碰撞，就像乒乓球掉落時彼此相互碰撞並傳遞。

三、溫度不同的兩杯水，墨汁所產生的現象有何不同?推測其原因?

溫度高的，墨汁擴散速度快；溫度低的，墨汁擴散速度慢。

我推測的原因是

操作模式建議：同問題二。

經全班討論後推測的原因是

溫度高的粒子能量高，運動快，擴散速度快；溫度低的粒子能量低，運動慢，擴散速度慢。

結論：

液體的微小粒子也會透過不斷運動而擴散出去，溫度的高低會影響擴散速度。



如何證明影響粒子運動快慢的原因？

影響墨汁粒子運動快慢之探討

墨汁的微小粒子會透過不斷運動而擴散出去，其中溫度不同，會影響粒子擴散速度。從實驗觀察中發現：溫度較高時，微小粒子運動較快；溫度較低時，微小粒子運動較慢。我們如何設計一個實驗，來證明溫度高低會影響粒子運動快慢？

為了讓實驗更精準及更有說服力，科學家會在實驗前規劃實驗設計，讓我們一起學習科學家，設計一個比較嚴謹的實驗來證明自己的推測或觀察。

讓我們先用「擴散的墨汁」實驗來進行「實驗設計」說明，請同學依序將空格填入實驗設計內容。

| 步驟 | 實驗目標 | 實驗步驟名稱 |
|----|----------------------------------------------------------|-------------|
| 1 | 墨汁擴散速度快慢推測原因：溫度的高低。 | |
| 2 | 你覺得溫度越高，墨汁擴散速度越(快)；溫度越低，墨汁擴散速度越(慢)。 | 設定「實驗假設」 |
| 3 | 實驗的過程為了要能夠支持自己的實驗假設，要設計(2)組實驗一起實施。 | 設定「實驗組、對照組」 |
| 4 | 實驗設計中主要探討的原因(兩組設計不一樣的狀態)：(溫度的高低)。 | 設定「操作變因」 |
| 5 | 實驗設計中，要保持不變的狀態有哪些？才能使實驗更具公平性。 (水量、滴入墨汁量、滴入墨汁的高度、擾動狀態) | 設定「控制變因」 |
| 6 | 實驗中，因為操作變因(溫度)的不同而導致的結果(墨汁擴散速度)不同 | 歸納「應變變因」 |

讓我們用「擴散的墨汁」實驗來進行「實驗紀錄」說明：

| | 高 | 低 |
|----|-------|-------|
| 溫度 | 擴散速度快 | 擴散速度慢 |

想一想：

請小組討論，運用下列表格，設計影響墨汁粒子運動快慢之實驗，並完成實驗三大變因後，運用提供的實驗器材，進行實驗，驗證小組想法的正確性：

| 步驟 | 實驗目標 | 實驗步驟名稱 |
|----|--------------------------------------------------------|-------------|
| 1 | 墨汁擴散速度快慢推測原因：攪拌的有無。 | |
| 2 | 你覺得有攪拌的杯，墨汁擴散速度越 (快)；沒有攪拌的杯，墨汁擴散速度越 (慢)。 | 設定「實驗假設」 |
| 3 | 實驗的過程為了要能夠支持自己的實驗假設，要設計實驗組、對照組一起實施。 | 設定「實驗組、對照組」 |
| 4 | 實驗設計中主要探討的原因(兩組設計不一樣的狀態)：(攪拌的有無)。 | 設定「操作變因」 |
| 5 | 實驗設計中，要保持不變的狀態有哪些?才能使實驗更具公平性。 (水量、滴入墨汁量、滴入墨汁的高度、水溫) | 設定「控制變因」 |
| 6 | 實驗中，因為操作變因(攪拌)的不同而導致的結果(墨汁擴散速度)不同 | 歸納「應變變因」 |

請同學回答下列問題：

1. 實驗中的操作變因為何? 攪拌的有無

_____。

2. 實驗中的控制變因為何? 水量、滴入墨汁量、滴入墨汁的高度、水溫

_____。

3. 實驗中的應變變因為何? 墨汁擴散速度

_____。

做一做：

請同學依據上述實驗設計，進行實驗操作，並將實驗結果用表格方式記錄下來。

| | |
|----|-------|
| 有 | 無 |
| 攪拌 | 擴散速度慢 |

結論：

一個完整的實驗設計必須要具備有：實驗假設、實驗組、對照組、操作變因、控制變因、應變變因。

自我檢核：

| 我學會了 | 我可以做到 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 擴散現象與粒子運動有關。 <input type="checkbox"/> 粒子在物質三態中都會不斷的運動。 <input type="checkbox"/> 外力與溫度皆會影響微小粒子運動速度。 | <input type="checkbox"/> 設計實驗必須要具備有：實驗假設、實驗組、對照組、操作變因、控制變因、應變變因。 <input type="checkbox"/> 利用表格整理實驗結果並能與他人溝通。 |

參考資料：

1. 科學 On line 高瞻自然科學教學資源平台：
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4851>

微乎其微-認識粒子

活動三 合合與分分

□教師提示教學目標，學生閱讀後打勾 V。

| 我已經知道 | 經過本活動將學會 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 自然界是由不同物質所組成。 <input type="checkbox"/> 物質是由微小的粒子所組成。 <input type="checkbox"/> 微小粒子會不斷運動。 | <input type="checkbox"/> 可藉由粒子顆粒大小分離混在一起的物質。 <input type="checkbox"/> 可藉由粒子可溶於水不溶於水分離混在一起的物質。 <input type="checkbox"/> 可藉由溫度高低分離混在一起的物質。 |

物質可以分離出組成的粒子嗎？

活動三~1 物質的分離

如果從阿基米德的純金王冠的故事來看，當國王想知道物質裡面有什麼成分的時候，我們可以怎麼做？請上網查查這個知名的故事，再討論。

台灣四面環海，從海水中可以採集到動物存活最重要的電解質-食鹽，台灣南部沿海地區製鹽的方法，是將海水引入鹽田裡，再利用太陽照射使水蒸發後，析出粗鹽。從海邊曬鹽田裡收集到的粗鹽，是食鹽與沙粒的混合物，如何將食鹽與沙粒分開，獲取我們要的食鹽呢？

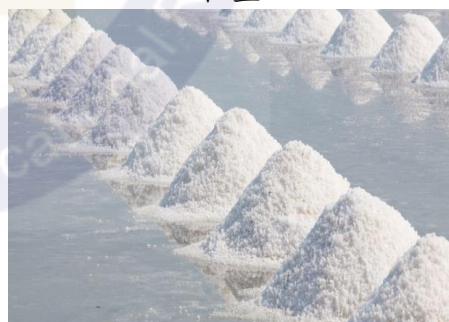
實驗器材：粗鹽、燒杯、攪拌棒、濾紙、漏斗、毛筆大楷、報紙、影片

一、溶解：將食鹽與沙粒的混合物倒入水中，並攪拌一段時間後靜置，可見到部分沙粒沉澱於杯底，但看不見食鹽的顆粒，這是因為食鹽可溶解於水中，分散為極小的粒子，均勻散布在水分子間，這些粒子太小以致肉眼無法看見，事實上食鹽仍然存在於水中。沙粒因難溶於水，仍維持較大的顆粒，沉澱於杯底。

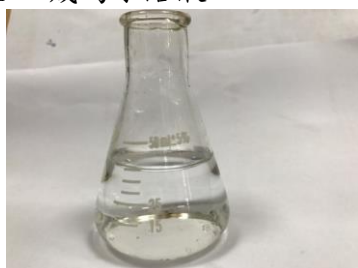
精鹽



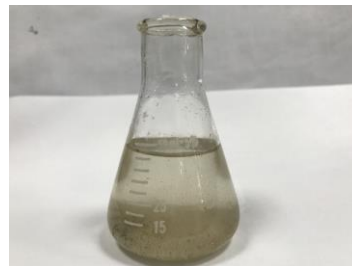
粗鹽



攪拌溶解在水中的鹽，顆粒會消失看不見，與水均勻混合，成為水溶液。



食鹽與泥沙溶解在水中，靜置後過濾



1. 溶解時，以水為溶劑，所有的物質都會溶解嗎？哪些物質會溶解於水？

(請舉三種物質)

糖鹽味精

2. 要加快物質在水中溶解的速度，可以有哪些方法？

攪拌、顆粒變小、加熱(加快粒子運動)

3. 準備冰糖、砂糖、方糖各 10 克，投入 ABC 三杯 60°C，50ml 的水，請將溶解速度由大排到小。

糖粒子越小，溶解速度越快。



冰糖



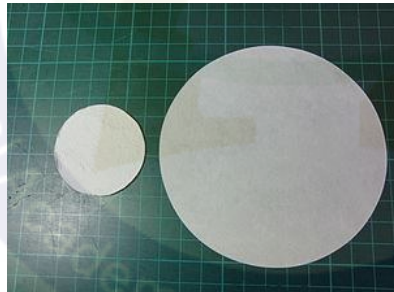
砂糖



方糖

二、過濾：過濾時，由於水分子與食鹽均為很小的粒子，可以通過濾紙上的小孔，但是沙粒因顆粒較大，無法通過，因此我們可以利用過濾法將沙粒與食鹽水分開。

濾紙、漏斗



過濾



想一想：

生活中有很多地方是利用上述實驗過程製作的東西，如：製作豆漿時用紗布過濾，將豆渣從豆漿中分離出來。又如漁網捕魚、濾掛咖啡包、飲水過濾器、活性炭口罩應用等等。

1. 泡咖啡時，使用濾掛咖啡包，用於分離液體中的固體顆粒(分離水中咖啡豆顆粒)，請舉一例用於分離氣體的粉塵的裝備：空氣清淨機 口罩 吸塵器。
2. 食鹽與泥沙溶於水中，濾紙過濾的原理利用 溶解程度 的不同，以濾紙來分離液體與其中不溶性固體的混合物。

活動三~2 物質的析出

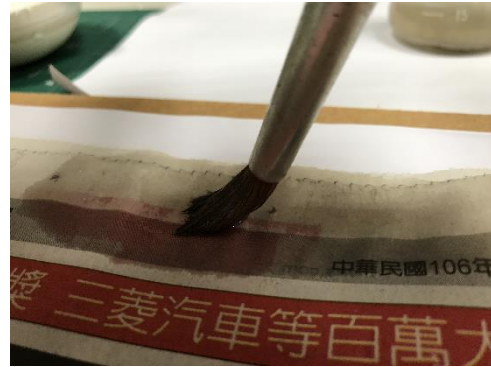
三、蒸發結晶：過濾後就是乾淨的食鹽水，由於食鹽與水的沸點不同，我們可以加熱濾液，

使沸點較低的水蒸發，得到食鹽晶體。也可以用毛筆沾食鹽水刷在黑壁報紙上，曬乾或吹乾即可觀察到食鹽結晶在壁報紙上。

乾淨鹽水蒸發皿加熱得到鹽結晶



毛筆沾食鹽水刷在報紙上，曬太陽



將水加入食鹽和細砂的混合物中



過濾



加熱濾液

想一想：

一、當被告知當天空氣品質掛紅旗，外出時應戴口罩，請問是什麼原理？

二、自來水廠淨化水質有層層步驟，例如：篩欄：用來篩欄各種大型體積物質，如樹枝、破布、保特瓶等。沈澱池：加入混凝劑，並使混凝劑與水迅速混合，使混凝劑與水中細小的物質聚在一起成為較大的物質，很快的在沉澱池中沉澱下來。過濾池：經混凝沉澱無法去除之微小顆粒物質，可經由過濾池濾除。配水池：經過濾後之清水儲存的地方。加氯消毒：為避免病菌滋生，用氯氣殺菌。

請你設計一個過濾池，你會想使用什麼材料如何裝設？試繪圖之。

三、在夏天很熱時，會流大量汗水，你曾經看過有人衣服上出現鹽花嗎？請小組討論，我們應該要怎麼應對大量流汗的人？(以馬拉松路跑為例)

四、在陰暗的房間內如何可清楚觀察空氣中灰塵擾動？

結論：

藉由溶解、過濾、蒸發可以驗證物質是由微小的粒子所組成且不斷運動。

自我檢核

| 我學會了 | 我可以做到 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 可藉由粒子顆粒大小分離混在一起的物質。 | <input type="checkbox"/> 我會透過操作的結果，來探究生活中的科技應用。 |
| <input type="checkbox"/> 可藉由粒子溶解程度分離混在一起的物質。 | <input type="checkbox"/> 我能以粒子概念解釋水的三態變化、溶解、蒸發等現象。 |
| <input type="checkbox"/> 可藉由溫度高低分離混在一起的物質。 | |



高年級評量題組

「微乎其微-認識粒子」評量題組

寒流來襲、水氣充足，小粒粒一家人到合歡山追雪之旅，一到松雪樓，白雪飛降已成一片銀白世界，小粒粒驚呼：「哇，下雪了！」就在車子的引擎蓋上堆雪人，下山的路上發現雪人慢慢融化成水了，接著水又慢慢不見了...

- ◆**問題一** ()冰為什麼會變成水，水又不見了，是因為山上與山下什麼不同？
 (1)時間不同(2)溫度不同(3)地形不同(4)氣壓不同

| 答題層次 | 完全不懂層次 | 觀念模糊層次 | 正確層次 |
|------|--------|---------------|------|
| 參考答案 | (1)(3) | (4) 氣壓並非主因 | (2) |

- ◆**問題二**根據問題一的推論，你能設計實驗來確認嗎？(請完成下列表格)

| NO | 問題 | 我的回答 | |
|----|-------------|------|-----|
| 1 | 推測原因 | | |
| 2 | 設定「實驗假設」 | | |
| 3 | 設定「實驗組、對照組」 | 實驗組 | 對照組 |
| | | | |
| 4 | 設定「操作變因」 | | |
| 5 | 歸納「應變變因」 | | |

| 答題層次 | 低層次 | 中等層次 | 高等層次 | 優等層次 |
|------|------|----------|----------|----------|
| 參考答案 | 空白沒寫 | 正確完成 2 項 | 正確完成 4 項 | 正確完成 5 項 |

小粒粒，回到家後，發現連水都不見了...爸爸問小粒粒：你能用課堂上學過的粒子概念解釋嗎？

◆**問題三** 粒子在不同的物質型態下的排列分布不同，請同學想像然後畫下：在不同物質型態下的粒子分布可能會是怎樣的情形，並回答下列問題。



冰(固態)



水(液態)



蒸汽(氣體)



固態



液態



氣態

根據上圖，我們發現了物質三態，粒子排列的方式：

三態粒子排列，從密到疏依序為：_____態、_____態、_____態。

| 答題層次 | 低層次 | 中等層次 | 高等層次 | 優等層次 |
|------|------|----------|----------|--------------------------------------------|
| 參考答案 | 空白沒寫 | 正確完成 1 態 | 正確完成 2 態 | 正確完成 3 態 寫出 <u>密到疏</u> 依序為： 固態、液態、氣態 |

◆**問題四** () 水是液態，粒子排列相較冰(固態)來得_____。獲得能量後，

較冰(固態)更容易變成氣態。(1)疏 (2)密

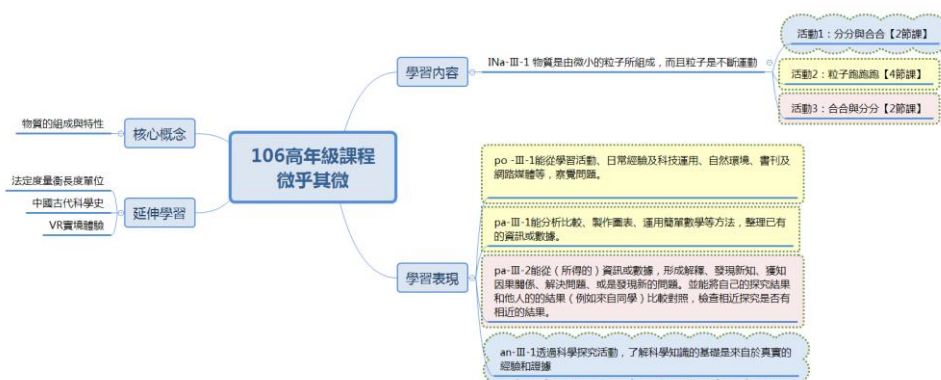
| 答題層次 | 完全不懂層次 | 正確層次 |
|------|--------|------|
| 參考答案 | (2) | (1) |

教案設計

高年級教學模組名稱：微乎其微-認識粒子

| | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 學習/教育階段：國小 | | 教學年級：五年級 |
| 單元名稱：微乎其微-認識粒子 | | |
| 總節數：8 節 | | |
| 課程架構 (以概念圖、條列或表格方式呈現，主軸呈現：核心概念、延伸學習、學習內容、學習表現…等) | | |
| 課程架構表 | 核心概念 | 物質的組成與特性 |
| | 預期素養 | 能用粒子概念解釋相關科學成因。(本模組以粗鹽精製的過程原理為例。) |
| | 學習內容 (含教學活動) | <p>INa-III-1 物質是由微小的粒子所組成，而且粒子是不斷運動。 活動(一)：分分與合合【2節課】 活動(二)：粒子跑跑跑【4節課】</p> <p>INa-III-2 物質各有不同性質，有些性質會隨溫度而改變。 活動(三)：合合與分分【2節課】</p> |
| | 學習表現 | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p> |

課程架構圖



教學活動重點說明與雙向細目表 (含教學活動規劃草案)

| | 活動主題名稱 | 活動重點說明 |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 教學活動主題與重點說明 | 活動一：分分與合合 活動一~1：黏土分分分【1 節課】 活動一~2：積木合合合【1 節課】 | 物質還可以被分解成更小，重組後可能會產生不同性質。 |
| | 活動二：粒子跑跑跑 活動二~1：氣味跑跑跑【1 節課】 活動二~2：墨汁跑跑跑【3 節課】 | 學生能發現一物質內部粒子不斷運動，且外力與溫度皆會影響其運動速度。 |
| | 活動三：合合與分分 活動三~1：物質的分離【1 節課】 活動三~2：物質的析出【1 節課】 | 能以粒子概念解釋與理解粗鹽精製的過程原理 |
| 核心素養 | <p>自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。</p> <p>自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。</p> <p>自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。</p> <p>自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、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。</p> <p>自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p> <p>備註：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 核心素養部分，應盡量涵蓋 A 自主行動、B 溝通互動、C 社會參與，各至少一個項目。為利將來與領綱教案示例一致，核心素養統一於此比較方便，下方雙向細目表僅需將教學活動與學習表現和學習內容對照即可。 2. 本活動設計表目前標示為「藍色」字部份，均需一致，更動時必須同步修改。 | |

活動一：分分與合合（物質到粒子）

| | |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>學習表現</p> <p>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</p> |
| <p>學習內容</p> <p>INa-III-1 物質是由微小的粒子所組成</p> | <p>活動一～1：黏土分分分【1 節課】</p> <p>一、<u>連結活動(引起動機)</u>：從生活中常聽到的空氣品質問題－『PM2.5』（細懸浮微粒）談起，延伸至燒化金紙時，燒化所產生的懸浮物質部分，是否還有看不見的部分...</p> <p>二、<u>探究操作</u>：</p> <p>(一) 黏土切切切：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 根據講義漫畫中，惠施所提的「一直對半分，永遠分不完...」引導學生實作。 (2) 實驗前，引導學生<u>猜測</u>：根據此方式能分成幾個 (3) 發下黏土與鐵尺讓學生<u>實際進行切割操作</u> (4) 根據操作結果，<u>發現可切出的數量與如何敘述切出最小物質的 size</u> (5) 請學生思考：若要將最小的物質再往下切需要怎麼辦？ <p><u>總結活動</u>：物質還可以再被切成更小的東西，只是侷限於我們手邊<u>工具</u>，因此燒化金紙可能會產生更多我們看不見的細小懸浮物質，越細小的懸浮物質越容易進入我們的身體中，影響我們的健康。</p> |
| | <p>活動一～2：積木合合合【1 節課】</p> <p>一、<u>連結活動(引起動機)</u>：延續活動(一)，請學生將上一堂切好的同色小黏土可重新組合回去成一個大的黏土。然而因為黏土屬於相同組件且可組合，因此無法僅透過此一操作，說明微小物質皆可以重組合成一個較大的物質。</p> <p>二、<u>探究操作</u>：(積木合合合)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 透過積木進行物質模擬，同色代表相同成份；有無連結處代表是否可組合。 (2) 透過表格整理四個變項【<u>組件異、同</u>；<u>連結處有、無</u>】的交互影響。 (3) 根據操作結果，進行結論：有些微小的物質可重組成較大的物質 <p><u>總結活動</u>：物質可被分成很多微小的物質，有些微小物質可以組回較大物質，因此我們可以根據第一句得知：<u>物質由許多微小的物質組成</u>。學者將「<u>微小物質</u>」稱為「<u>微小粒子</u>」。</p> |

活動二：粒子跑跑跑（粒子特性探究）

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 學習表現 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。 |
| 學習內容 INa-III-1 粒子不斷的運動 | 活動二~1：氣味跑跑跑【1 節課】 一、 <u>引起動機</u> ：教師準備香水（或有特殊味道的東西），以「氣味擴散」出發。 <u>引導示例</u> ： 教師：小朋友有沒有聞到什麼味道？這味道哪裡來的？ 學生：香水（精油……），在老師身上（門口、教室前面……） 教師：你怎麼會聞到這味道的？誰先聞到？ 學生：從香水瓶散發到空氣當中，比較靠近的人先聞到。 教師：為什麼比較靠近的人會先聞到？（比較靠近味道比較濃） 學生：香味會慢慢散開，向四周擴散。 二、 <u>觀察解釋</u> ：經過擴散現象的感受後，將香味想像為一微小粒子，分組討論，解釋為何可以聞到香味之因。 教師：請各組小朋友想一想：如果要你來解釋「我們怎麼能夠聞到香水味的？」你們會怎麼做，或是怎麼說？ <u>各小組討論：發表或表演</u> 三、 <u>探究操作</u> ： <u>我們試著來做做到</u> (一)一瀉千里的乒乓球 (1) 教師準備一籃黃色乒乓球。 (2) 沿著地板將乒乓球倒出。 (3) 請學生觀察並記錄過程中乒乓球的變化。 (二)攪動的乒乓球 (1) 教師準備一籃白色乒乓球。 (2) 將數顆黃色乒乓球放在籃中的一個角落。 (3) 請學生思考並發表如何將黃色乒乓球分散在白色乒乓球之中。 (三)教師總結：將黃色乒乓球想像成香味粒子時，香味粒子透過不斷的運動，才能將香味粒子傳遞出去 (四)VR 體驗：利用平板電腦掃描 QR-CODE，觀察粒子運動狀態。 四、 <u>發表溝通</u> ：學生能透過觀察記錄及表達中發現 <u>擴散現象與粒子運動</u> 有關。 |
| | 學習表現 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。 |

活動二~2：墨汁跑跑跑【3 節課】

- 一、引起動機：奠基先前「擴散現象與粒子運動有關」之概念，增加靜水中滴入「墨汁」的活動。
1. 複習舊經驗：香味氣體粒子透過不斷的運動，才能將香味粒子傳遞出去，氣體有這樣的特性，液體是否也有相同特性？
 2. 教師準備冷熱兩杯水，同時在水面上滴入一滴墨汁，請學生觀察其過程現象。
- 二、觀察解釋：教師發下學習討論單，請學生依自己所觀察的現象，回答下列問題。
1. 滴下墨汁後，發生了什麼現象？
 2. 不同的兩杯水，墨汁所產生的現象有何不同？推測其原因？
 3. 無經任何明顯施予能量下，解釋為何墨汁可擴散之因？
- 三、探究操作：教師提供足夠的器材與時間，讓學生反覆操作，歸納出自己觀察的結果。
- 四、發表溝通：教師引導學生小組討論，統整出小組最佳結論後，進行全班討論，最後歸納出全班一致認同的最佳結論。

- 一、引起動機：
1. 複習舊經驗：教師請學生回顧不同的兩杯水，墨汁所產生的現象不同之處及其可能原因。
 2. 教師提問：針對造成墨之擴散快慢速度的原因，我們如何設計一個實驗來支持自己的推測是對的？
- 二、觀察解釋：依據第一節墨汁擴散實驗觀察結果，教師發下學習討論單，全班一起討論下列問題。
1. 墨汁擴散速度快慢推測原因：溫度。
 2. 你覺得溫度越高，墨汁擴散速度越()；溫度越低，墨汁擴散速度越()。→實驗假設
 3. 實驗的過程為了要能夠支持自己的實驗假設，你覺得要設計幾組實驗一起實施？該如何設計？→實驗組、對照組
 4. 實驗設計中主要探討的原因(兩組設計不一樣的狀態)：溫度。→操作變因。
 5. 實驗設計中，要保持不變的狀態有哪些？→控制變因。
 6. 實驗中，因為操作變因的不同而導致的結果為何？→應變變因。
- 三、發表溝通：教師引導學生歸納一個完整的實驗必須要具備有：實驗假設、實驗組、對照組、操作變因、控制變因、應變變因。

一、引起動機：

1. 複習舊經驗：教師請學生回顧一個完整的實驗必須要具備的設計。
2. 教師提問：如何運用一個完整的實驗設計自行設計影響墨汁擴散實驗？

二、觀察解釋：教師發下學習討論單，填寫以下問題。

1. 定義實驗假設：
 - (1) 教師請學生提出加速墨汁擴散的原因。(攪拌、溫度)
 - (2) 依據學生提出的原因，寫出實驗假設。
2. 實驗組與對照組之設定
 - (1) 實驗中的操作變因為何？
 - (2) 實驗中的控制變因為何？
 - (3) 實驗中的應變變因為何？

三、探究操作：

1. 實驗操作
 - (1) 教師提供實驗器材，由各組學生依據自己設計的實驗進行操作。
 - (2) 將操作結果寫在表格中進行。
2. 分組發表
分組依繪製表格，發表各組實驗結果。

四、發表溝通：學生能自己設計實驗，透過實驗操作驗證假設，並運用表格的方式與他人溝通實驗的結果。

活動三：合合與分分（能以粒子特性詮釋粗鹽精製的原理）

| | |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>學習表現:</p> <p>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。</p> |
| <p>學習內容:</p> <p>INa-III-2 物質各有不同性質,有些性質會隨溫度而改變。</p> | <p>活動三~1：物質的分離(粗鹽精製)【2 節課】</p> <p>一、<u>引起動機</u>：</p> <ol style="list-style-type: none">1.教師提問：如何分離和沙子混在一起的鹽巴，準備篩子、磁鐵、手帕、燒杯和沙子混在一起的鹽巴。2.複習舊經驗：怎樣運用工具分離混在一起的物質？ <p>二、<u>觀察解釋</u>：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 請學生想想可以用篩子、磁鐵、手帕、水來分離沙子和鹽巴。2. 需提示利用物質的溶於水，不溶於水的特性，來分離。3. 鹽溶於水，沙子不溶於水，搖晃靜置後沙子沉澱，只要取出鹽巴溶於水的部分就可以了。4. 也可以用手帕或抹布把燒杯的水倒出來，就只會篩出溶有鹽巴的水，沙子會留在手帕上。5. 將篩出來的鹽水放在鍋子裡煮，或陽光下曬，如果水都蒸發完就只留下鹽巴了。 <p>活動三~2：物質的析出【1 節課】</p> <p>三、<u>探究操作</u>：分離混在一起的物質</p> <ol style="list-style-type: none">1. 實驗操作<ol style="list-style-type: none">(1) 教師提供實驗器材和沙子混在一起的鹽巴、燒杯、手帕、濾紙，由各組學生依據自己設計討論的實驗進行操作。(2) 將操作程序記錄下來。2. 分組發表 各組依紀錄，發表各組實驗結果。 <p>四、<u>發表溝通</u>：利用『能量』、『粒子大小』與『物質各有不同的性質』的概念分離混和物，解釋分離混在一起的物質實驗的過程原理。</p> |

試教成果

試教情形



試教過程



試教過程



試教過程



教學活動



試教過程



試教情形

課程模組研發省思—林鴻仁輔導員

為因應新課綱將「粒子」概念由國中移至國小進行教學，本小組以「物質是由微小粒子所組成」主題進行教學模組設計。

最初的設計構想是：

一、由物質的切割、分解這個動作來引導學生理解自然界裡的實物都可以被解構成最小的單位，這個單位就是粒子。

二、利用積本的拆解組合引導學生理解這些微小的粒子可以再組回成原來的實物，或重組成不同的物質。

三、自然界物質形態的改變，是因為粒子的運動。

「粒子」在每個人心中都有一個尺度，偏偏每個人的尺度都不同！尺度不同，所以對粒子這個概念就產生很大的歧義，在不同的理解下，小組成員各自設計的活動難免就有落差，因此不得不對「粒子」的尺度定下一個共識。經過跨組討論後，暫訂在「以分解到不產生質變的狀態」為我們探討的粒子尺度，例如：水可以一直分，分到最小的水，而不是分到氫、氧原子。（可是大會討論時，還是有人不認同，在各種概念的理解與詮釋上，其實大家都不一樣，而且也不太能接受別人的論點，這是在設計時很困擾的一件事。因為不同的理解對活動的設計方向有很大的影響。）

根據幾次的討論經驗發現，這是一個沒有解答的題目，因為大家都有一個很堅定的學術信仰。所以最後也只會是各做各的，各自理解。

經過這幾年的參與，發現自己在設計時慢慢能往「素養」及「行為表現」方向去思考了，但是也因為越了解而覺得與理想越遙遠。似乎跳脫不了圍繞著知識教學而欠缺能力培養的活動設計，只能說：關於素養導向，我們還有一段很長的距離要走！

課程模組研發省思—王建仁輔導員

延續去年的研發經驗，今年持續在團隊中繼續研發第二套課程模組。今年比較特別的是，嘗試將國中階段才會提到的「粒子」大概念，進行國小課程模組的研發。由於沒有前例可循及參考依據，一開始真可說是無所適從，透過國教院吳文龍助理研究員的說明與引導，才漸漸在討論的過程中，建構出國小階段粒子概念教學的藍圖。如何讓國小學童能理解抽象的粒子？這個問題可說是研發團隊所面臨最主要的問題，而如何設計中、高年級在粒子教學的銜接與切分，更是讓團隊討論了許久，最後在黃鴻博教授的帶領下，慢慢的高年級發展出以具體操作來取代抽象想象的課程，於是「微乎其微」粒子大概念教學模組正式產出。在單元中我們設計了三個主題，在主題一：分分與合合，用切分黏土活動，讓學生體會大物質可以切分為小粒，小粒還可以在切分為更小粒的經驗，最後，將所有黏土合起來，回覆成原本的大黏土。在主題二：粒子跑跑跑，用乒乓球來模擬氣味粒子在空氣中運動的狀態，以具體觀察來推想抽象之概念，進而延伸至液體及固體狀態，並透過探究教學的設計，培養科學探究素養，呼應新課綱之素養導向教學。在主題三：合合與分分，讓學生用粒子的概念來解釋粗鹽精製的過程，使學生透過

統整的活動，運用所學來解決問題。

從本次的研發過程中，更能了解新課綱的精神，有鑑於以往實驗教學多屬於食譜式的學習方式，學生只知道依據課本的操作步驟來進行實驗，操作完後只覺得實驗很有趣，卻不知道為何要這麼做，故在教學設計教師著重在引導學生探究的興趣，學生必須依據實驗目的及實驗假設，提出實驗三大變因，並設計實驗組與對照組來印證假設，最後能討論並延伸出實驗結論。從參與的過程中，也改變自己的教學策略，在改變的起點上，提前準備。

課程模組研發省思—郭宗銘輔導員

接到該項任務，腦海中掠過了千千萬萬疑惑—國小能教「粒子」？「原子要教嗎」？「夸克」是不是也要教？.....。心中諸多疑惑，心想應能透過此研發過程，了解新課綱有關國小階段欲傳達給學生的「粒子」的概念。

新課綱第一句即提到—「物質是由微小粒子所組成」，試想，若是以昔的教學模式，只需要求學生背下來，教師再重複透過「考題」測試學生是否「了解」此概念即可。然而新課綱強調透過「實作」驗證概念的存在，於是我們團隊便討論了很多「實作方式」。過程中遇到了許多爭議點—總結而言就是各位團員彼此對於「粒子概念」範圍需多廣，內容需多深入...此時，有賴本團召集人李永烈校長與黃鴻博教授適當的導引之下，逐一的將大夥的意見彙整一致，讓大夥逐漸有著共同的方向、了解內容需要有多深入。

其中黃教授曾提及國小階段的粒子概念，僅需讓學生了解「由大細分可變小、某些東西可由小組成大」，此一概念也讓我了解國小階段的粒子可以不需談到「原子、夸克」...等微觀物質，課程設計著手於讓學生觀察及實作上！於國小階段建立起從「實驗(作)」建立科學概念的素養。

課程模組研發省思—塗佳儒輔導員

高年級「物質是微小粒子所組成」的概念在多次的討論下建構課程，活動設計原則為生活化、以學生活動為主體，採問題導向、小組學習來了解學生的學習及老師的教學。評量著重在發展探究的能力和概念的了解，因此高年級要如何以生活情境化的題組命題進行形成性評量，且思考如何怎麼對探究與實作進行測驗，著實也讓團隊絞盡腦汁。歷經共識凝聚、確定教學概念、訂定教學目標、設計多元教學等步驟，才產生教學模組原型，更經過教學、省思、討論與修正，希望設計的教學模組更為精緻。

共識營中，擔任教學的老師以學生學習為主題，進行課堂中的引導，希望透過實際教學，能夠更確切了解教學模組的實際執行過程中碰到的問題，以及可以改善之處，並記錄教學現場學生們的反應與回饋，來修改教學模組的執行方向。從說課、觀課、議課中，教學者與觀察者進行對話與反思，從而分享教學的能量，透過良性的激盪，引發熱烈的討論。

在參與過程中，素養導向教學的理念與實際活動的操作實踐，改變了自己對於自然教學的想法，上課時不再是將知識單向地傳授給學生，或是教很多知識，但不知如何安排讓學生使用在真實情境中，而是更關注在學生如何學習，如何進行好的活動與提問，促進學生的探究與思考。在共識營及成果發表當中也見到許多熱血教師，願意投入時間提升自己的教學專業，讓學生能運用知識、技能以解決生活的問題及態度，這是參與自然教學模組最大的收穫。

課程模組研發省思—掌慶怡主任

高年級組為因應新課綱將「粒子」概念由國中移至國小進行教學，本小組以「物質是由微小粒子所組成」主題進行教學模組設計。

組成物質最小的粒子，可以循序漸進地從生物學(細胞)健康教育(蛋白質)物理(粒子)化學(原子)各方向的組成著手，但在科學素養的前提下，應不注重名詞的框架而是具有微觀的科學觀，並教導學生發現由小而大，由極細微至巨大，都有粒子存在。

個人認為「粒子」概念由國中移至國小進行教學是恰當且能有效正確建立學生科學素養的養成，繼續努力。



國家教育研究院

106 年自然科學領域教材及教學模組研發模式與示例研發計畫

國小高年級組課程設計

粒子大概念「微乎其微」教學模組研發團隊

指導教授

黃鴻博 國立臺中教育大學科學教育與應用學系 教授

黃茂在 國家教育研究院 副研究員

吳文龍 國家教育研究院 助理研究員

蕭儒棠 國家教育研究院 助理研究員

召集人

李永烈 臺中市大安區永安國民小學 校長(臺中市國教輔導團自然科學領域小組召集人)

教材編撰、試教、修訂

林鴻仁 臺中市大甲區德化國民小學 退休主任(臺中市國教輔導團自然科學領域小組研究員)

王建仁 臺中市大甲區德化國民小學 總務主任(臺中市國教輔導團自然科學領域小組輔導員)

郭宗銘 臺中市豐原區瑞穗國民小學 教師(臺中市國教輔導團自然科學領域小組輔導員)

掌慶怡 臺中市大甲區德化國民小學 輔導主任

塗佳儒 臺中市大安區永安國民小學 總務主任(臺中市國教輔導團自然科學領域小組輔導員)

吳佳霓 臺中市立安和國民中學 行政助理

李永烈 臺中市大安區永安國民小學 校長(臺中市國教輔導團自然科學領域小組召集人)