

國家教育研究院

十二年國教自然科學領域教材及教學模組研發模式與示例

研發計畫

106 年研發成果報告

(五)

國中課程設計

「粒子的世界」

教學模組



研發團隊：新北市立永和國中 徐俊龍教師

臺北市立永建國小 吳盈妮教師

AR系統開發 吳尉天工程師

指導教授：國家教育研究院 吳文龍助理研究員

目 次

| | |
|---------------|----|
| 一、設計理念 | 1 |
| 二、模組架構與使用方式 | 2 |
| 三、核心素養與學習重點 | 3 |
| 四、教學活動 | 4 |
| 五、教學資源 | 5 |
| 六、試教成果 | 5 |
| (一)教學活動紀錄 | 5 |
| (二)教學省思 | 8 |
| 七、附件 | |
| (一)模組課程教學活動設計 | 11 |
| (二)學習文件 | 20 |

粒子的世界

一、設計理念

十二年國民基本教育強調結合生活情境的素養導向教學，並提出以「核心素養」為課程發展的主軸。自然科學領域課程綱要指出科學源起於人類對生活周圍的好奇或需要。因此，關注生活情境中出現的科學現象，相當符合十二年國教的精神。

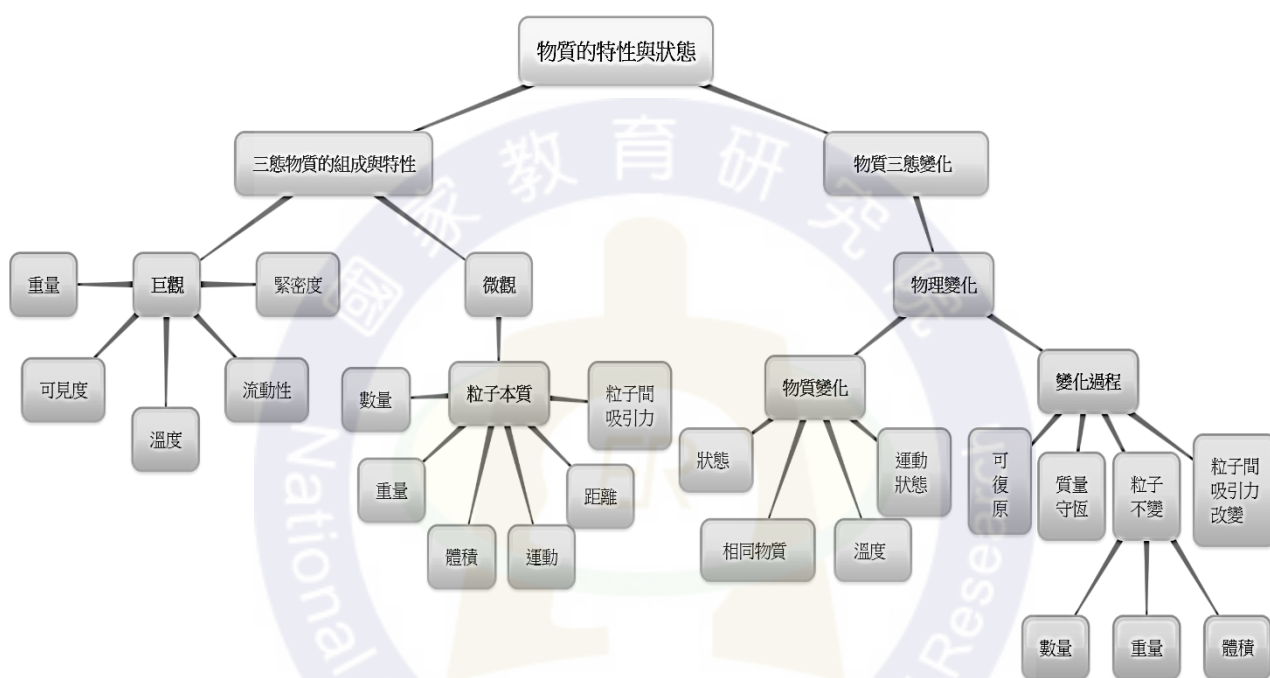
學習科學的方法，如自然領綱所言，學習通常從學習的「意願」為起點，基於學生的興趣或好奇，引導其從既有經驗出發，進行主動探索、實驗操作、多元媒介、工具與策略的主動學習，貫徹「探究與實作」的精神方法，而學習的內容，應重視縱向的連貫與橫向的連結。

由於十二年國教強調跨科概念的統整，原屬於國中八年級學習的部分概念內容將移往至小學或高中階段，本模組鑑於新課綱規範的學習內容，考量現行課程綱要與教材，以「粒子」為學習內容的核心概念，發展微觀粒子教學模組，建立學生的「粒子觀」，並能以微觀粒子模型回應巨觀現象經驗，進行解釋、推論或修正；以虛輔實，巨微互補。

對一般國中生而言，巨觀現象與實作是理解科學概念的重要途徑，並且是引起或維持其動機的良好方式，因此，本模組課程為實作導向，教學方式重視觀察探究與推理論證。本模組由國教院吳文龍研究員指導，由新北市永和國中徐俊龍老師、臺北市永建國小吳盈妮老師以及 AR 系統開發工程師吳尉天進行研發，從概念釐清、課程與教學活動設計到試教、評估、回饋與修正，並經由記錄與反思乃至於進行研究發表，終至完成本模組課程。

二、模組架構與使用方式

基於設計理念，模組課程研發人員經過多次會議研修課程內容架構如圖一。本模組課程設雖以「粒子」為核心，但因模組課程實施對象為七年級學生，在現行課程綱要並未結構性地接觸微觀粒子的概念，於小學階段亦未進行基於新課綱規範中的粒子概念學習，故本模組課程設計的學習進程與學習概念發展，主要是先以巨觀現象切入，經由兩次實作活動，連結至微觀粒子模型。首次進入微觀粒子，從對於物質基本組成的想像，到觀察 AR 所呈現的粒子模型，再次進入微觀粒子，則偏重於觀察、連結及對於先前各巨觀實驗現象的解釋。



圖一 模組課程內容架構

「粒子」本是跨科的概念，但為了教學過程避免過於繁雜，較嚴謹的概念架構都呈現在物質科學的學習（八年級），而部分相關的連結與應用，亦隱含在生命科學概念的學習（七年級）。本模組課程實施有別於現行綱要與教材的安排，綜整與粒子概念相關的內容於七年級第一學期實施，學生課程學習之前已有小學階段關於物質特性狀態（含物質三態、雲霧變化等）以及擴散作用、物質大小（如澱粉是由葡萄糖組成）、基本實驗操作等相關概念的學習經驗。

此外，本模組課程實施前，由研發人員對於國中現場七、八年級教室進行訪談，受訪教師對於「學生在國中的粒子模型是薄弱或缺乏的」、「學習物質與粒子相關概念時，具有效的影像或互動軟體輔助，對粒子模型建立或理解物質狀態現象是有助益的」、「學生對於巨觀現象與微觀粒子之間的連結性」等皆有相似經驗或看法，故本模組課程特別開發 AR 互動介面融入於課程活動中。

三、核心素養與學習重點

基於研發團隊的共識與設計理念，並以學生的先備知能為據，本模組課程包含 6 節課的教學活動，整體所回應的自然領域核心素養與學習重點如表一。

表一 模組課程活動與核心素養、學習重點的呼應

| 粒子世界 | | | | |
|-------------------|------------|----------------------------|---|---|
| 教學活動 | 核心素養 | 學習重點 | | |
| | | 學習表現 | 學習內容 | |
| 名稱 / 項 目 | 物質的組成與特性 | 自-J-A1 | tr -IV-1 能將所習得的知識正確連結到觀察自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯進而運用習得知識來解釋自己的觀點。 | INa-III-1 物質是由微小的粒子所組成，而且粒子不斷的運動 |
| | 物質的三態變化、乾冰 | 自-E-C2 自-J-C3 | pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀科技設備與資源。 | INa-III-2 物質各有不同性質，有些性質會隨溫度而改變。 |
| | 物質的基本單位 | 自-E-A2 自-E-B2 自-J-A3 | pa-IV-2 能運用科學原理、思考智數等方法，從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知獲因果關係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他相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。 | Ab-IV-1 物質的粒子模型與三態。 |
| | 自製冰淇淋 | 自-E-C3 | pc -IV-2 能利用口語、影像（如攝錄）文字與圖案繪或實物能利用口語、影像（如攝錄）文字與圖案繪或實物科學名詞、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、發現和可能運用。 | Ab-IV-2 溫度會影響物質的狀態 |
| | 物質狀態與微小的粒子 | 自-J-A3 自-J-B1 | | INc-IV-1 宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度和「巨觀」尺度。 |
| | 物質的巨觀與微觀 | 自-J-C3 | | |

四、教學活動

本模組課程教學活動如前列表一所述，每個活動皆為一堂課（45 分鐘）。由於本模組教學活動目標可分為不同論述面向，故以下列五點分述。

（一）立於探究與實作精神

實作活動幾乎是所有階段學習者偏好的學習方式之一，而國中生在學習的過程中具有實作活動，例如：觀察、實作、描繪、演示等，班級學習動機大多能夠提升。基於自然領綱的精神，本模組之教學活動設計，大致是以實作活動作為概念理解的經驗，然而，「探究」學習的發生是自然課程活動的核心，在學習進程當中，關鍵問題與現象的觀察分析，導引學生進入思辨與統整的歷程，為本模組教學活動的首要目標。

（二）以虛輔實，巨微互補

本模組設計的教學活動，包括物質的巨觀特性觀察，例如：特徵、重量、流動性、溫度高低、緊密度等，從「水」的狀態變化、「乾冰」的狀態變化等觀察活動，建立或加深巨觀現象經驗，並以設計好的實驗活動，引導學生學習物質三態及其變化的特性。

透過 AR 與行動裝置，除了刺激學習的動機，也使學生從原本的想像，到接觸科學家提出的粒子模型，進而連結物質微觀與巨觀理解的概念架構，建立個人的微觀粒子模型。換言之，透過科技裝置、建立微觀粒子模型、連結巨觀與微觀等皆為本模組教學活動的目標。

（三）注意不同的學習風格

本模組教學活動具有多樣實作，引發並維持學生投入現象觀察的好奇心，並兼顧學生一般學習的習慣，亦有閱讀理解的歷程，協助學生形成、連結或是釐清概念。此外，AR 介面互動的圖樣作為貼紙，黏貼在學生學習文件中重要概念附近，兼顧實作與閱讀，關照不同學習屬性的學習，促進學生的觀察分析與閱讀理解。

（四）生活情境的融入

由於十二年國教總綱與自然領綱皆為強調生活情境的學習，故本模組不僅涵蓋科學性的知識脈絡，也關注生活情境中的現象經驗，因而本模組教學活動盡量融入生活中的素材，回顧或提供學生日常生活中常接觸的經驗

二、能以微觀粒子角度解釋或分析生活中的現象經驗

(五) 粒子教學活動設計示例

本模組所提出的教學活動是基於課程設計理念，以 AR 作為粒子模型建立的途徑，連結學生對於物質狀態與特性的虛實互補，其中整合相關的學習經驗，部分為現行教材的調整，部分則為現行教材以外的學習資源，從課程設計到教學活動的安排，亦結合課綱規範尺度或粒子等跨科概念教學的內涵。此外，教學活動過程的實作、觀察、分析等，以及學習文件中的紀錄與推論、課堂中的問答與討論，即為教學歷程中主要評量活動，惟於課程模組實施完畢後的前、後各一週，進行前、後測，了解學生的學習情形。本模組課程教案如附件一，學習文件（學生的教科書、學習單等）如附二。

五、教學資源

本模組所提供 AR 掃描的圖貼，黏貼於學生的學習文件，學生可運用下載之應用軟體，配合教師的任務引導，在課後自主複習與觀察。此外，教學活動中的學習文件，亦提供相關文本延伸，惟目前整理的資源稍嫌不足，還需日後的持續擴充。此外，本模組課程教學活動由於為首次研發並嘗試於七年級試行，尚缺乏較系統化的教學資源整理，此亦為未來需要持續擴充的目標。

六、試教成果(日後可轉為教師手冊或理論基礎)

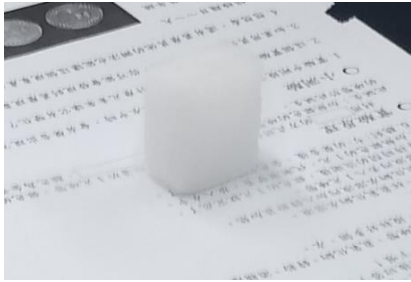





依本模組課程開發期程，於 106 年 10 月至 12 月試教情形進行拍照、錄影、蒐集資料與分析成效，進行試教成果的彙集與反思。

(一) 教學活動紀錄

模組課程教學活動雖以粒子概念為核心，但學習歷程仍結合或涵蓋到其他科學技能或概念，例如：測量、科學方法、資訊圖表化、物質三態、三態變化、酸鹼、過冷現象等。表二為教學歷程紀錄影像。

表二 教學歷程影像

| 教學活動名稱 | 教學歷程 | |
|----------|--|---|
| 物質的組成與特性 |  <p>水的固、液態與特性觀察</p> |  <p>觀察冰塊的變化與測重</p> |

| 教學活動名稱 | 教學歷程 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|------------------|----|-------|----------|-------|----|----|------|-------|----|----|------------------|-------|----|----|---------|-------|----|----|---------|-------|----|----|-------------|
| 物質的三態變化、乾冰 |  <p data-bbox="598 526 917 560">觀察乾冰與實驗操作</p> |  <p data-bbox="1002 526 1316 560">實驗安全手則與流程</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 物質的基本單位 |  <p data-bbox="670 878 845 911">黏土切切切</p>  <p data-bbox="1141 878 1284 911">粒粒在目</p>  <p data-bbox="726 1227 1236 1261">袋中氣體粒子想像（描繪與說明）</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 自製冰淇淋 |  <p data-bbox="654 1579 861 1612">實驗流程說明</p> |  <p data-bbox="1053 1579 1372 1612">製作冷劑與分裝牛奶</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 物質狀態與微小的粒子 |  <p data-bbox="542 1989 957 2022">運用 AR 觀察、比較與分析</p> |  <p data-bbox="1005 1989 1428 2022">學習記錄—活動統整與比較</p> <table border="1" data-bbox="1008 1825 1417 1937"> <thead> <tr> <th>過程</th> <th>名稱</th> <th>吸熱或放熱</th> <th>觀察中見到的粒子</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>固態→液態</td> <td>融化</td> <td>吸熱</td> <td>冰水互化</td> </tr> <tr> <td>液態→氣態</td> <td>蒸發</td> <td>吸熱</td> <td>白色煙霧小水滴形成後，又快速消失</td> </tr> <tr> <td>液態→固態</td> <td>凝固</td> <td>放熱</td> <td>牛奶製成牛奶冰</td> </tr> <tr> <td>氣態→液態</td> <td>凝結</td> <td>放熱</td> <td>水蒸氣凝結成雲</td> </tr> <tr> <td>氣態→固態</td> <td>凝華</td> <td>放熱</td> <td>X (前次課還沒出現)</td> </tr> </tbody> </table> | 過程 | 名稱 | 吸熱或放熱 | 觀察中見到的粒子 | 固態→液態 | 融化 | 吸熱 | 冰水互化 | 液態→氣態 | 蒸發 | 吸熱 | 白色煙霧小水滴形成後，又快速消失 | 液態→固態 | 凝固 | 放熱 | 牛奶製成牛奶冰 | 氣態→液態 | 凝結 | 放熱 | 水蒸氣凝結成雲 | 氣態→固態 | 凝華 | 放熱 | X (前次課還沒出現) |
| 過程 | 名稱 | 吸熱或放熱 | 觀察中見到的粒子 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 固態→液態 | 融化 | 吸熱 | 冰水互化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 液態→氣態 | 蒸發 | 吸熱 | 白色煙霧小水滴形成後，又快速消失 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 液態→固態 | 凝固 | 放熱 | 牛奶製成牛奶冰 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 氣態→液態 | 凝結 | 放熱 | 水蒸氣凝結成雲 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 氣態→固態 | 凝華 | 放熱 | X (前次課還沒出現) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

物質的狀態與微小的粒子

106.11.21

物質的三種狀態中，具有固定形狀和體積的物質為「固態物質」；體積固定，會隨容器改變形狀的是「液態物質」；沒有固定的體積與形狀，能充滿任何形狀容器的物質是「氣態物質」。巨觀來看，液態和氣態物質的流動性較固態物質高，而氣態物質的流動性又更高。當物質若吸收能量（例如：吸熱而溫度上升），很可能提高流動性，甚至於改變狀態（如固態→液態→氣態），相反地，若是物質持續散失能量（例如：放熱而溫度下降），就可能降低流動性，而提高緊密度，甚至改變狀態（如氣態→液態→固態）。物質三態轉變的示意圖如下。

活動 1 不同物質狀態的特性整理

看看上面，請回想前四堂課發現到的物質轉變現象。

| 過程 | 名稱 | 吸熱或放熱 | 課堂中見到的例子 |
|-------|----|-------|------------------|
| 固態→液態 | 熔化 | 吸熱 | 冰塊變成水 |
| 固態→氣態 | 昇華 | 吸熱 | 乾冰變二氧化碳 |
| 液態→氣態 | 汽化 | 吸熱 | 白色煙霧小水滴形成後，又快速消失 |
| 液態→固態 | 凝固 | 放熱 | 牛奶變牛奶冰 |
| 氣態→液態 | 凝結 | 放熱 | 水邊乾冰變白色煙霧 |
| 氣態→固態 | 凝華 | 放熱 | X (前四堂課沒出現) |

粒子的世界

我們知道最微小的黏土、乾冰（固態二氧化碳）、液態水、稱為黏土的粒子、二氧化碳的粒子，以及水的粒子。若以水（液態）為例，可能會因為過多的吸熱或放熱，而形成水氣（氣態）或冰（固態）。在水變成水氣的過程中，由於水的粒子獲得許多能量，使水的粒子展現移動快速的特性，並且，粒子的運動是隨機的（不具有特定方向），結果完全要看當時各種力量如何影響粒子移動的方向，請回想看過不同狀態下的粒子特性，想想看，在兩種或不同狀態下，粒子的大小是否相同？粒子之間的距離大小如何？粒子的運動情形如何？

活動二 不同狀態下的粒子特性

在前頁物質三態圖示中，貼上三種狀態（以水為例），再適用「IMAR 系統」，依照老師指示進行觀察記錄與回答問題。

一、在不同狀態下，水的粒子大小相同或不同？
相同

二、水在固態時（冰）的緊密度最高，可能和固態時粒子的何種特性有關？
粒子移動很慢

三、在不同狀態下用 IMAR 系統描述，在「熔化」的過程中，粒子有什麼特性改變？
粒子移動較快且方向隨機

四、已知物質從固態「昇華」到氣態，是一種吸能（吸熱）的反應，請你用 IMAR 描述「昇華」的過程，觀察粒子的狀態，並用粒子的觀點解釋？
我觀察：固態的流動性比氣態低。
我認為：氣態粒子獲得能量，移動較快。

五、我們用最低至攝氏-20 度的食鹽冰盆，製作牛奶冰淇淋，則應該如何以粒子的能量與運動特性，解釋牛奶變成冰淇淋的過程？
我認為：粒子失去能量，移動較慢。

五、粒子之間，有沒有吸引力？為什麼這麼認為？
沒有，因為粒子的氣態會過度亂跑

學生在課程活動中的閱讀歷程、實作與 AR 觀察之紀錄、問題討論情形

(二) 教學省思

本模組課程試教人員，亦為課程研發團隊成員之一，藉由本次模組課程的研發與試教，深感課程設計之不易，需要兼顧許多層面。從新、舊課綱與現行教材的銜接需求，教學方法、工具、策略與學習風格的考量，教材內容的研發、綜整以及脈絡化，乃至於實際試行本模組的課程於始進入國中階段才不久的七年級等，方方面面都是挑戰。所幸，能和團隊成員持續溝通與討論，稍微能在諸多游移不定的時候，獲得重要的諮詢與支持。

實際進入教學現場，除了需要先前習慣使用 AR 介面功能，也想盡辦法能同步化、公開或個別地將訊息傳給學生，以貫連教學活動的流暢性，並且教材內容皆由從頭開始發展，著實花費不少時間心力在備課，然而，如此心力投注的備課與教學，仍然有不少發現與省思，以及需要調整或改進之處。

1. 學生的學習風格與理解習慣

興許是因大多學生對於抽象的概念理解仍不容易，甚至是將具象抽象化亦缺乏足夠的轉化能力，因此學生即使在建立微觀粒子模型，連結巨觀與微觀的理解途徑後，對於物質的狀態或變化的現象，仍偏好以巨觀現象的經驗與解釋，回應攸關粒子概念的問題。

2.實作與探究活動是學生喜歡類型

學生對於科學課程的期待，如同對於新事物的好奇，在實作觀察的活動中具有較高的學習動機，無論是本模組課程中的實驗課程，或是利用行動裝置以AR軟體進行觀察，然而，若AR的介面與適用性很快地被學生理解，或是隨AR使用經驗的增加，學生對於AR觀察的原初動機似乎就會降低。但教學者認為，這和實作課程相似，若是學生失去觀察或探究的興趣，對於實作課程的內容也會呈現缺乏動機的行為，因此，能提供足夠的學習情境，是設計教學的首要任務，即使只是閱讀，但若學習任務具有吸引力、能滿足學習慾，都能夠導引學生沉浸在學習的情境。

3.以微輔巨、巨微互補的學習助益

透過AR影像，即使是設計好的模型，但學生對巨觀事物的微觀想像仍感好奇，能進行科學性觀察，並能提出疑問或心得，例如：粒子在動、粒子會動、粒子的移動速度不一樣（在不同物質狀態下）、粒子變大（跑出或跑入螢幕方向）等，這些疑問或心得，都能繼續延伸而成為接續的教學活動或形成討論的契機。

此外，大多學生漸漸能接受或建立微觀粒子的模型，進而解釋物質的巨觀現象，雖然仍有少部分學生仍傾向使用巨觀的現象經驗進行解釋或詮釋，但未見學生抗拒微觀粒子模型的情形，由此可知，於現階段之課綱與教材現況，應對於八年級學習物質三態相關概念時能有所助益。並且，此模組課程所回應的主要學習內容為新課綱中小學高年級的規範，據於此次模組教學經驗，若再經妥善調整後，應有在小學階段實施之可能性。

（三）教學成效

本模組課程於實施前後，參考論文研究編撰前、後測題目，並經兩次專家諮詢並進行學生人物與屬性相近的學校班級前測，經測試反應後再於模組課程實施班級施測，包括AR試教班級與另一未使用AR班級（對照組）進行前、後測比較，結果發現運用AR融入粒子概念教學（本模組課程）之班級學生的處理效果達顯著水準，顯示AR融入粒子概念教學有助於學生對於粒子概念的學習。

檢視學生的概念改變情形，有許多學生的原有概念發生改變，例如：原本超過七成比例的學生認為「粒子移動時會變大」，但後來僅不到三成維持原本的概念；以及，原有僅三成多的學生認為「物質狀態改變時，微觀粒子的數量

不會改變」，但於後測的結果中，有超過八成學生發生概念改變，能持有物質狀態改變時、微觀粒子的數量不會改變（在一封閉系統之中）。除了模組課程前、後測的反應比較，我們從學生的訪談過程，也發現學生對 AR 使用的興趣及其學習助益性具有幫助，例如：能具象化抽象的粒子模型、能幫助建立物質的微觀粒子模型等。

雖然，在模組課程試教活動中，學生普遍的參與動機高，但整體而言仍有難以控制的實驗因素，例如：國中在學生的試教時間不易施行、考試領導教學、學生學習責任的認知情形等。在國中階段，有許多非正式課程的活動要準備、需要安排學生複習學習內容的時間、學校既定活臨時的學生社團或計畫性的活動等等，空白課程時間時常是班級活動討論或準備的時間、導生輔導時間，甚至有其他學科老師需要調課或借課等實際情形，又或是學生或家長對於課程的學習出現績效與誘因回饋的不當機制，認為不考試、不算分的課程學習毋須在意，這樣的學習氛圍，都可能直接或間接影響模組可能的效益。當然，除了外部因素，我們在模組內部因素的控制，例如：課程邏輯、教材品質或是教學方法等，也都還需要更嚴謹的反省與調整。



七、附件

附件一、模組課程教學活動設計

| 粒子的世界：6 節課 | | | |
|--|---|----------------------|--------|
| 第 1 節課 | | | |
| 壹、教學目標 | | | |
| 一、引導學生理解物質的巨觀特性（組成、重量、流動性、溫度高低、緊密度等） | | | |
| 二、透過實作引導學習理解物質三態及其變化的特性 | | | |
| 三、帶領學生透過閱讀理解關於物質的巨觀性質 | | | |
| 貳、主要學習重點與核心素養 | | | |
| tr -IV-1 能將所習得的知識正確連結到觀察自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯進而運用習得知識來解釋自己點的 | | | |
| pe -IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀科技設備與資源 | | | |
| INa-III-2 物質各有不同性質，有些性質會隨溫度而改變 | | | |
| Ab-IV-2 溫度會影響物質的狀態 | | | |
| 自-J-C2 透過合作學習，發展與同儕溝通、共同參與、共同執行及共同發掘科學相關知識的能力 | | | |
| 參、教學設備與媒材： 電腦、滑鼠、螢幕、燒杯、保鮮膜、水、天平……等 | | | |
| 肆、評量方式： 紙筆評量、實作評量 | | | |
| 伍、教學流程 | | | |
| 教學活動 | 教師活動 | 學生活動 | 時間 |
| 準備活動 | 一、準備簡報與教具 二、蒐整媒材（影片、學習單、短文等） | 閱讀短文（物質三態組成性質） | |
| 發展活動 | 一、引起動機 請學生回憶小學學過關於物質三態的特性（e.g.固體是不是比較重？氣體是不是比較輕？固體的體積是不是最小？氣體是不是沒有體積？） | 回憶、思考 聆聽與表達 發問 | 5mins |
| | 二、進入核心概念 (一)帶領學生利用天平測量冰塊的重量 ※需先學會操作秤重裝置 ※可先測量秤重裝置的重量 | 實作與觀察 | 10mins |
| | (二)帶領學生測量融化後冰塊的重量。 ※等待的時間帶領學生閱讀短文 | 閱讀理解 | 15mins |
| | (三)請學生說明實驗的發現（關於重量、流動性、溫度高 | 分析與研判 | |

| | | | |
|------|--|-------------------------|--------|
| | 3.另以一顆乾冰放在燒杯中，觀察乾冰融化後，燒杯總重的變化（以保鮮膜包覆杯口） | 實作觀察 | 10mins |
| | 4.分析乾冰融化後燒杯總重的結果 二、帶領學生閱讀短文與討論（物質的粒子觀） | 分析與研判 | 15mins |
| | (一)問題引導學生檢索文章的重點內容 (二)請學生試用粒子觀點說明物質三態的特性（重量、流動性、溫度高低與緊密度等）。 | 閱讀理解 反思與發表看法 表達意見 | |
| | 三、帶領學生統整本堂課的核心概念 | 歸納統整與釐清 | 5mins |
| 綜合活動 | 一、請學生完成尚未完成的學習單內容 二、發放下一堂課的預習資料 | 完成學習單 研讀預習資料 | |

第 3 節課

壹、教學目標

- 一、建立物質的粒子觀模型
- 二、透過 AR 觀察粒子的特性

貳、主要學習重點與核心素養

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

INa-III-1 物質是由微小的粒子所組成，而且粒子不斷的運動

Ab-IV-1 物質的粒子模型與三態。

自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用稍複雜之口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型或其他新媒體形式，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制

自-J-C2 透過合作學習，發展與同儕溝通、共同參與、共同執行及共同發掘科學相關知識的能力

參、教學設備與媒材：電腦、滑鼠、螢幕、手機、APP、冰塊……等

肆、評量方式：紙筆評量、實作評量

伍、教學流程

| 教學活動 | 教師活動 | 學生活動 | 時間 |
|------|---|--------------|-------|
| 準備活動 | 一、準備簡報與教具 二、蒐整媒材（APP、影片、學習單、短文等） | 閱讀短文（物質三態變化） | |
| 發展活動 | 一、引起動機 運用上一堂課的短文，請學生用粒子觀的角度解釋物質的不同狀態特性。 二、AR 觀察與紀錄（配合學習單） | 回憶、思考 | 3mins |

| 教學活動 | 教師活動 | 學生活動 | 時間 |
|--|--|------------------------|--------|
| 準備活動 | 一、準備簡報與教具 二、蒐整媒材（APP、影片、學習單、短文等） | 複習並預習資料 | |
| 發展活動 | 一、引起動機 播放影像讓學生看到粒子運動情形改變（暗示物質狀態變化），並請學生說明狀態改變的名稱定義 | 回憶、思考 | 5mins |
| | 二、實作活動—冷劑製冰 (一)請學生製作冷劑（冰塊加鹽） ※注意比例和實驗安全 (二)提供封口袋，請學生一袋裝純水，一袋裝奶油 (三)將封口袋放入冷劑中 | 實作 | 20mins |
| | (四)閱讀冷劑原理短文，並完成學習單 (五)觀察與紀錄實驗變化 ※記錄風冷劑與封口袋的溫度 | 閱讀理解 紀錄與分析 思考與討論 | 10mins |
| | (六)複習與連結物質三態變化的巨觀特性 (七)請學生一邊吃冰，一邊思考問題：「封口袋純水變成冰」，如何以微觀的模型解釋之。 | 連結 解釋 | 10mins |
| 四、帶領學生統整本堂課的核心概念 | 歸納統整與釐清 | 5mins | |
| 綜合活動 | 一、請學生完成尚未完成的學習單內容 二、發放下一堂課的預習資料 | 完成學習單 研讀預習資料 | |
| 第 5 節課 | | | |
| 壹、教學目標 | | | |
| 一、透過 AR 觀察物質三態變化的粒子特性 二、能以微觀粒子角度解釋或分析生活中的現象經驗 | | | |
| 貳、主要學習重點與核心素養 | | | |
| 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。 | | | |
| INc-IV-1 宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度和「巨觀」尺度。 | | | |
| INc-IV-5 原子與分子（粒子）是組成生命世界物質的微觀尺度 | | | |
| 自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中 | | | |
| 參、教學設備與媒材： 電腦、滑鼠、螢幕、手機、燒杯、色素、水……等 | | | |
| 肆、評量方式： 紙筆評量、實作評量 | | | |
| 伍、教學流程 | | | |
| 教學活動 | 教師活動 | 學生活動 | 時間 |

| | | | |
|---|--|------------------------------|--------|
| 準備活動 | 一、準備簡報與教具 二、蒐整媒材（APP、影片、學習單、短文等） | 複習並預習資料 | |
| 發展活動 | 一、引起動機 巨觀和微觀的角度解釋物質，是否有所違背？ | 回憶、思考 | 5mins |
| | 二、AR 觀察與紀錄（配合學習單） (一)請學生連續讀取兩個圖片，說明觀察到的現象的差異（粒子特性如運動速度、運動範圍、流動性等） (二)承上，請學生觀察不同現象中相同的粒子情形（相同情形、粒子體積等） | AR 觀察記錄 實作 | 10mins |
| | (三)請學生討論與解釋冰塊看起來不能動、水和水氣可以流動的原因（溫度高低、粒子間吸引力等） (四)請學生解釋冷劑製冰過程中，封口袋中液體凝固的原因 (五)請學生解釋說明融化不見後，不便和改變的粒子特性 (六)請學生連結粒子運動和擴散現象，解釋擴散作用的原因（溫度與分子間引力）。 | 閱讀理解 紀錄與分析 思考與討論 解釋 | 10mins |
| | 三、閱讀文章（生活中可用粒子角度解釋的概念） | AR 觀察與紀錄 | 10mins |
| | 四、帶領學生統整本堂課的核心概念 | 閱讀理解與推論 歸納統整與釐清 | 5mins |
| 綜合活動 | 一、請學生完成尚未完成的學習單內容 二、發放下一堂課的預習資料 | 完成學習單 研讀預習資料 | |
| 第 6 節課 | | | |
| 壹、教學目標 | | | |
| 一、透過 AR 觀察物質三態變化的粒子特性 二、能以微觀粒子角度解釋或分析生活中的現象經驗 | | | |
| 貳、主要學習重點與核心素養 | | | |
| 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。 | | | |
| ah -IV-1 對於有關科學發現的報導甚至權威解釋（如章雜誌或書本上的解釋）能抱持懷疑的態度，評估其推論證據是否充分 且可信賴 | | | |
| 自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中 | | | |
| 自-J-B2能操作適合學習階段的科技設備與資源，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，分辨資訊之可信程度及進行各種有計畫的觀察，以獲得有助於探究和問題解決 | | | |
| 參、教學設備與媒材： 電腦、滑鼠、螢幕、手機.....等 | | | |

| 肆、評量方式：紙筆評量、實作評量 | | | |
|------------------|---|------------------------------------|-----------------|
| 伍、教學流程 | | | |
| 教學活動 | 教師活動 | 學生活動 | 時間 |
| 準備活動 | 一、準備簡報與教具 二、蒐整媒材（APP、影片、學習單、短文等） | 複習並預習資料 | |
| 發展活動 | 一、引起動機 播放和粒子相關的影片，融合本單元課程的重要概念 | 觀察、反思 | 5mins |
| | 二、閱讀短文（生活中的現象、故事或是科學史） (一)配合閱讀單，提供圖片，讓學生在閱讀過程中可以再以 AR 觀察粒子特性 | 閱讀理解 AR 觀察記錄 | 5mins |
| | (二)請學生記錄文章中以粒子角度解釋的現象 (三)請學生討論生活中的物質現象，以粒子角度解釋的例子（小組） | 整理與歸納 | 5mins |
| | (四)解釋液體中粒子擴散現象的可能原因 | 連結與解釋 | |
| 綜合活動 | 三、繪製本單元課程的概念圖 (一)與學生一同提取重要的概念和命題 (二)請學生進行小組概念構圖 (三)小組分享概念圖 (四)教師與他組學生回饋 | 思考與討論 討論與繪圖 共識與分享 同儕與教師回饋 | 20mins 5mins |
| | 四、帶領學生統整本堂課的核心概念；學生分享課堂心得 | 歸納統整與釐清 | 5mins |
| | 一、請學生完成尚未完成的學習單內容 | 完成學習單 | |
| | 二、發放下一堂課的預習資料 | 研讀預習資料 | |

物質的組成與特性

106.10.24

凡是具有質量、占有空間，且各具特性的東西都稱為「物質」，例如：氧氣、水、澱粉……等。所有物質都占有空間，像是石頭（固體）和水（液體），都很明顯地占有空間，而氣體也占有空間，例如：當塑膠袋把空氣包住再綁起來後，便會發現很難再保塑膠袋壓扁。在地球上，一物質的質量，會受到地球引力而具有向下的重量，因此，一物質的重量和質量的單位雖然不同，但數值會是相同的，例如：重量為 1 公克重的水，質量可以 1 公克表示。

固態、液態、氣態合稱為物質的三態。具有一定的形狀和體積的物質稱為「固態物質」，例如：木桌、石頭、鐵，由於固體非常具體，容易讓人看見它的存在。「液態物質」雖然體積固定，但會隨容器而改變形狀，例如：水、酒精、汽油等。而「氣態物質」沒有一定的體積，也沒有一定的形狀，能夠充滿任何形狀容器的物質，例如：空氣中的氧氣、水氣等。從上可知，液態和氣態物質的流動性，較固態物質高。



木椅（固態物質）



酒（液態物質）



氣球（內含氣態物質）

一般來說，物質都有三態的存在。當物質處於固態的時候，能夠吸熱而變成具有流動性的液態，若是固態物質持續吸熱，可能變成沒有固定形狀和體積的氣態，相反地，若是氣態物質若是持續放出熱量（同時會降溫），可能會變成液體或氣態。

由此可知，固態物質內部的緊密程度是較液態和氣態高，而液態物質內部的緊密程度又比氣態來得高。然而，在不同溫度下的同種狀態，物質也會有些微的變化，例如：高溫的水，內部緊密程度較低，而低溫的水，內部緊密程度較高。

看到這裡，你對於物質的狀態與特性，有了初步的了解嗎？

物質的組成與特性

班級 _____ 座號 _____ 姓名 _____

一、「固態物質比液態物質重」，這句話的說法是否適當？請舉例說明。

我覺得：

例如：

二、在甲燒杯裝一顆冰糖，乙燒杯裝約 10mL 的水。再將甲燒杯的冰塊、乙燒杯的水，分別倒入空的培養皿。哪個（些）東西的形狀改變了？哪個（些）東西的體積改變了？

我發現 _____ 的形狀改變了，我覺得是因為：

我發現 _____ 的體積改變了，我覺得是因為：

三、一般來說，相同質量而不同狀態的物質之間，相同與不同的特性有哪些？

| 物質 | 形狀 | 流動性 | 緊密度 | 體積 | 例子 |
|------|---------|-----|-----|----|----|
| 固態物質 | | | | 較小 | |
| 液態物質 | 隨容器形狀改變 | | | | |
| 氣態物質 | | 高 | | | |

四、冰塊放久了，為什麼會變成水？質量是否會改變？請說明此過程中的變化。

冰塊放久了會變成水，是因為：

冰塊放久了會變成水，質量是否會改變？

冰塊與水的特性比較

| 物質 | 形狀 | 流動性 | 緊密度 |
|----|----|-----|-----|
| 冰塊 | 固定 | | |
| 水 | | 高 | |

實驗：冰，冰夠了沒？

106.10.24

班級 第___組 成員座號： , , ,

➤ 實驗目的：觀察_____

➤ 實驗步驟

- 一、取甲、乙兩個乾淨的 100mL 燒杯。在兩燒杯皆放入將二或三塊冰塊，並用餐巾紙將燒杯外擦拭乾淨。
- 二、用適量的保鮮膜將甲燒杯杯口密封（確認沒有縫隙）。
- 三、將兩燒杯分別在電子天平上秤重，記錄燒杯（含冰塊）的重量。
- 四、每 2 分鐘，將兩燒杯放在電子天秤上稱重記錄。
※每次秤重前須先將燒杯外的水擦拭乾淨。
- 五、觀察並分析過程中發生的現象結果，回答並討論問題。

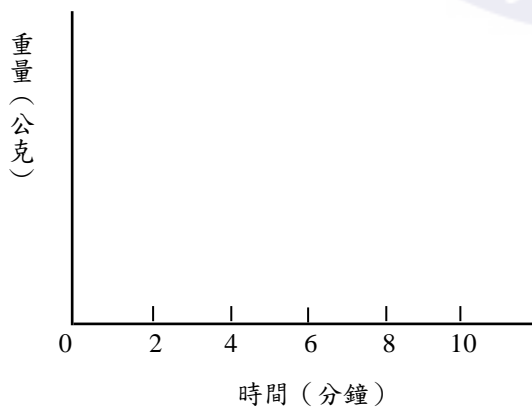
➤ 實驗過程結果

一、每隔 2 分鐘，記錄燒杯（含燒杯內物質）的總重（公克）。

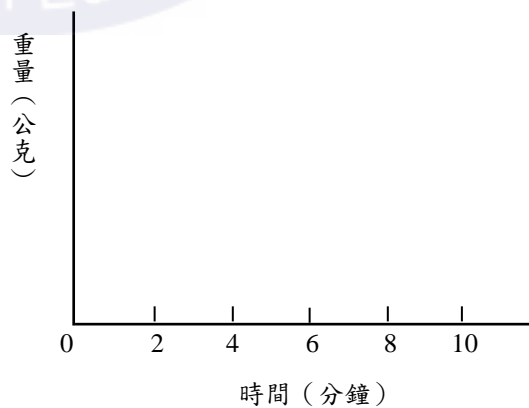
| 燒杯 | 0min | 2mins | 4mins | 6mins | 8mins | 10mins |
|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 甲 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 |
| 乙 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 |

二、請將上表中的數據，以折線圖和長條圖兩種方式分別呈現

折線圖



長條圖



(一) 哪一種圖較能容易比較出「同個時間點不同燒杯的重量」？ 答：_____

(二) 哪一種圖較能看出「燒杯重量隨時間變化的情形」？ 答：_____

➤ 實驗結果分析

| 觀察結果或現象 | 結果或現象分析 |
|---|---------|
| 1.實驗過程中，在_____（甲或乙）燒杯的冰塊逐漸融化，杯子的溫度也降低 | 我認為原因是： |
| 2.甲燒杯總重量的變化和乙燒杯總重量的變化相似／不相似（請圈選）。 甲燒杯總重量隨時間_____。 乙燒杯總重量隨時間_____。 | 我認為原因是： |
| 3.實驗過程中，杯子_____（內側或外側）可能出現水滴。 | 我認為原因是： |

➤ 問題與討論

- 一、當冰塊融化成水後，還是同一種物質嗎？質量是否會改變？
- 二、當冰塊融化成水，水是否像冰塊一樣有固定的形狀？如果沒有，是什麼樣的形狀？
- 三、甲燒杯用保鮮膜封口，乙燒杯卻沒有封口的目的可能是什麼？
- 四、若燒杯裝的是熱水，是否會在杯緣形成水滴？若有，是在燒杯內側、外側或兩側都有？
- 五、說說看，我們的實驗可能有哪些因素，會讓我們的結果和分析不精準？



物質的三態變化

106.11.1

一物質通常有三態的變化：固態、液態、氣態。一般來說，若是維持一定的壓力，溫度若是越高，物質越容易傾向變化而液態或氣態，例如：在一大氣壓下，水在攝氏 0°C 以上會呈現液態，到了攝氏 100°C 之後，可能會轉變為氣態（水氣）。

在一物質三態轉變的過程中，不僅是體積、流動性、緊密度等特性會發生改變，也常常伴隨著熱量的得失，例如：冰塊（固）要融化為水（液），需要吸熱；水氣（氣）要凝結為水，則會放熱（如下圖所示）。



「乾冰」是二氧化碳的固態形式，是在一大氣壓下，要於攝氏 -78.5°C 才會出現的形式，若是超過攝氏 -78.5°C ，則會直接昇華為氣態，因為過程中不會出現液態，被稱作「乾冰」。乾冰的特性，對於保持物體維持冷凍或低溫狀態下非常有用，但若要碰觸它，務必攜帶棉布手套後再碰觸，也不要再碰觸時停留過久的時間，以免發生凍傷。

以下是乾冰應用於人類生活的例子。

- **製造人造雨**：利用飛機將乾冰灑在雲上，雲中的小水滴就會被凍結成許多小冰晶，促使更多的水蒸氣凝結在上面，化為雨滴，降落到地面。
- **製造雲霧**：乾冰昇華過程中會吸熱，可以使空氣中的水蒸氣凝結成小水滴，所以有白霧出現。舞台表演上，常使用乾冰來製造雲霧般的特殊效果。
- **冷凍劑**：由於二氧化碳密度比空氣大，會停留在空氣下方，所以乾冰昇華後仍可包覆在冷凍的物品上，能夠維持較好的冷凍效果。尤其是在空運需要特別冷凍的物品，往往都使用它。
- 乾冰也被放在汽水裡製成**乾冰汽水**，放入會冒出氣泡（二氧化碳）。

乾冰的粒子想像

班級 座號 姓名

一、乾冰昇華成氣態時，我認為質量 會 / 不會（請圈選） 改變。

我的理由是：

二、乾冰是固態的二氧化碳，當它昇華成二氧化碳時，特性 是 / 否（請圈選） 會改變。

我的理由是：

三、如果物質是由粒子組成的，我認為在乾冰和氣態二氧化碳的粒子具有以下狀態與特性。

※用「○」當作粒子進行繪圖

乾冰中的粒子狀態與特性

氣態二氧化碳（假設在容器中）的粒子狀態與特性

實驗：乾冰真有趣

106.11.11

班級 第___組 成員座號： , , ,

➤ **實驗目的：**透過乾冰的現象觀察，了解物質狀態的特性。

➤ 實驗步驟

六、戴上棉布手套，抓取一小塊乾冰，放在紙上觀察與記錄。

七、戴上棉布手套，抓取一小塊乾冰，放在燒杯內，進行測重與記錄。

八、戴上棉布手套，抓取一小塊乾冰，再將一枚硬幣放在乾冰上面進行觀察與記錄。

九、將廣用試劑倒入裝有乾冰的燒杯內，觀察與記錄顏色的變化。

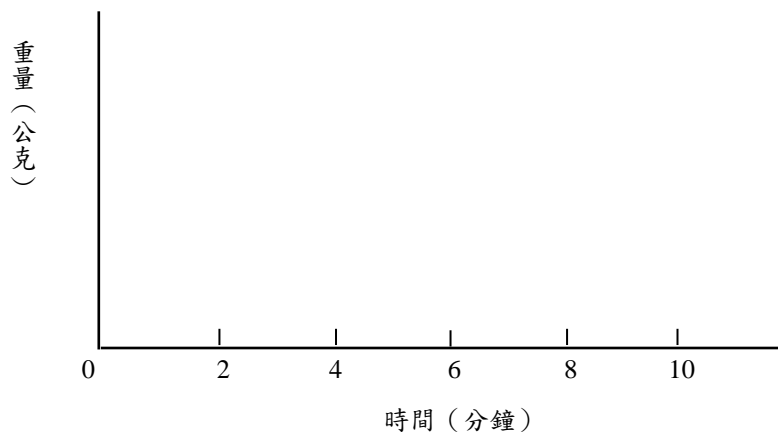
➤ 實驗結果與紀錄

一、請描述你所看見的乾冰現象，並且繪出簡圖於下方空格處

二、(一) 每隔 2 分鐘，記錄燒杯（含燒杯內乾冰）的總重（公克）。

| 燒杯 | 0min | 2mins | 4mins | 6mins | 8mins | 10mins |
|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 總重 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 | 公克 |

(二) 將上表中的數據，以圖形呈現。



物質的基本單位

106.11.08

班級 座號

姓名

我們已經知道生物體的基本單位是細胞，也學過細胞的基本構造包括細胞核、細胞質與細胞膜。在學到「物質進出細胞的方式」時，我們提到「澱粉、蛋白質等”大分子”」，無法通過細胞膜」，而「氧氣、二氧化碳、水、礦物質和葡萄糖等”小分子”」能夠通過細胞膜」。由此可知，不同物質的最小狀態，似乎有大有小之分。但一種物質，究竟可以有多小呢？

活動一 黏土切切看

以小組為單位，請將發下去的黏土，想盡辦法切出所能切出最小的狀態（1分鐘內）。

- 一、我們這組切到最小黏土的長、寬分別是多少？答：
- 二、想想看，如果切到眼睛看不見的時候，還是黏土嗎？答：
- 三、為什麼我們可能切不出「最小的黏土」呢？答：

「粒子」

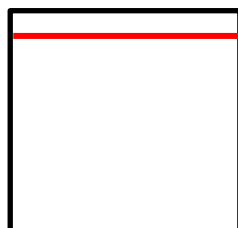
剛剛大家的切黏土，以及之前讓大家想像乾冰昇華之後會跑去哪，都是讓大家思考物質的最小狀態究竟有什麼特性！還可以跟大家舉一個例子，一桶水是水，一杯水是水，一滴水也是水；但是，比一滴水更小滴、更小滴、更小滴.....的還是水？無論如何，我們將微小的黏土、乾冰（二氧化碳）、水，稱為黏土的**粒子**、二氧化碳的**粒子**、水的**粒子**。

再以手中夾鏈袋的氣體為例，袋子中有氧氣、水氣、氮氣、二氧化碳.....等，但究竟有「多少個氧氣」、「多少個水氣」、「多少個 O 氣」呢？如果氣體最小的單位是粒子，則氣體粒子會呈現靜止的狀態或是移動的狀態？如果會移動，又是如何移動，為什麼會移動呢？

活動二 氣體畫畫看

請簡要描述（猜測）袋子中氣體（用 ○ 表示）的各種特徵。

我認為，袋子中的氣體.....



夾鏈袋




課後學習任務單—「粒粒在目」

106.11.08

班級 座號

姓名

下方是不同狀態的「水」，請你貼上貼紙，並且完成表格中應有的內容。

| 不同狀態的「水」 | 固態— <u> </u> | 液態— <u>水</u> | 氣態— <u> </u> |
|--|---|---|---|
| 掃描後的快照圖像 | <p>貼紙黏貼處</p> <p>影像黏貼處 (圖像擷取後，以適當的大小列印剪下黏貼)</p> | <p>貼紙黏貼處</p> <p>影像黏貼處 (圖像擷取後，以適當的大小列印剪下黏貼)</p> | <p>貼紙黏貼處</p> <p>影像黏貼處 (圖像擷取後，以適當的大小列印剪下黏貼)</p> |
| 現象觀察 (列點) | <p>1.粒子的大小是否相同 答：</p> <p>2.粒子之間的距離大小 答：</p> <p>3.粒子的運動情形 答：</p> | <p>1.粒子的大小是否相同 答：</p> <p>2.粒子之間的距離大小 答：</p> <p>3.粒子的運動情形 答：</p> | <p>1.粒子的大小是否相同 答：</p> <p>2.粒子之間的距離大小 答：</p> <p>3.粒子的運動情形 答：</p> |
| <p>問題討論</p> <p>一、「水」在三種狀態下的顆粒大小是否相同？答：</p> <p>二、「水」在氣體的流動性較高，可以從影響中的何種現象得知？ 答：</p> <p>三、你認為，粒子之間有沒有吸引力？為什麼會這麼認為？ 答：</p> <div style="text-align: right;">  </div> | | | |

※小提醒：要使用快照前，記得要輸入班級座號，並且要觀察至少超過5秒喔！

實驗：自製冰淇淋

106.10.31

班級 第___組 成員座號： , , ,

➤ **實驗目的：**透過自製冰淇淋的實作活動，了解物質狀態變化的現象與原理。

➤ **實驗材料：**塑膠水槽、溫度計、夾鏈袋、牛奶、果醬、冰塊、食鹽等

➤ **實驗步驟**

十、將原料（牛奶、果醬）充分攪拌並放入夾鏈袋（適量即可）。

十一、在盆子中加入冰塊與食鹽（比例約 3:1），持續攪拌並測量其溫度。

十二、將夾鏈袋浸泡在冰盆中，觀察夾鏈袋中原料的變化。

➤ **實驗結果與紀錄**

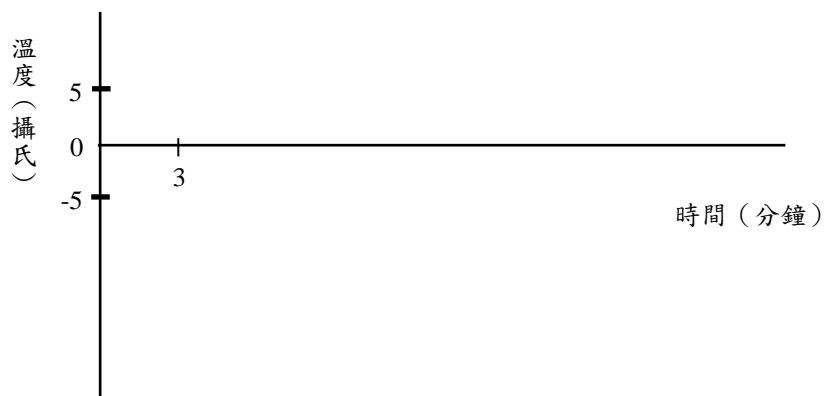
二、請繪製你們最後在自製冰淇淋的實驗裝置圖。



二、（一）每隔 3 分鐘，記錄冰水盆子中的溫度。

| 時間 | 0min | 3mins | 6mins | 9mins | 12mins | 15mins | 18mins | 21mins |
|----|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 溫度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 |

（二）將上表中的數據，以圖形呈現。



三、根據你的觀察，夾鏈袋內的原料有什麼變化？

四、理論上，液狀的原料會凝固。但為什麼會這個現象發生？

➤ 問題與討論

三、因為什麼加入物質的緣故，導致冰盆的溫度持續下降？

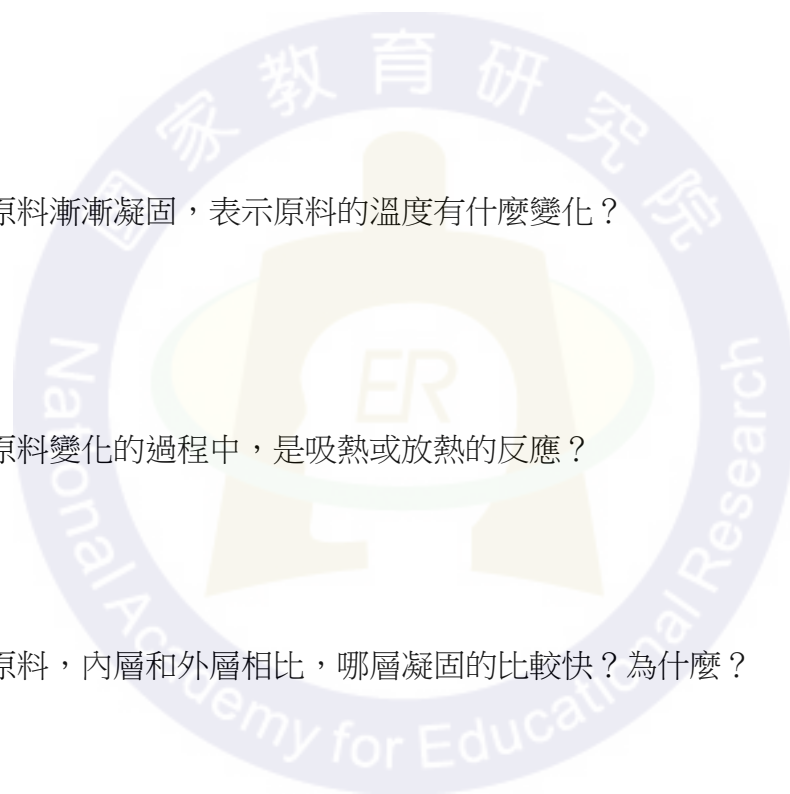
二、夾鏈袋中的原料漸漸凝固，表示原料的溫度有什麼變化？

三、在夾鏈袋中原料變化的過程中，是吸熱或放熱的反應？

四、夾鏈袋中的原料，內層和外層相比，哪層凝固的比較快？為什麼？

五、夾鏈袋中的原料，變化的過程中，理論上，質量會不會改變？

六、從微觀粒子的角度來看，夾鏈袋中原料凝固的原因，可能是因為粒子的什麼特性改變？



物質的狀態與微小的粒子

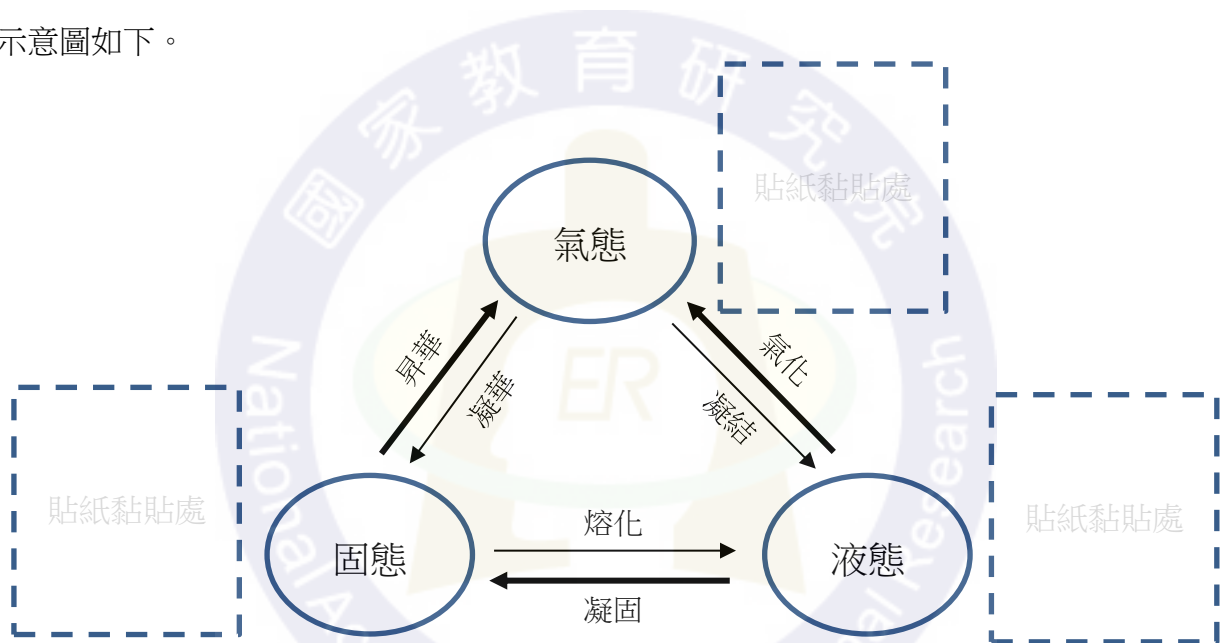
106.11.21

班級 座號

姓名

物質的三種狀態中，具有固定形狀和體積的物質為「固態物質」；體積固定，會隨容器改變形狀的是「液態物質」；沒有固定的體積與形狀，能充滿任何形狀容器的物質是「氣態物質」。巨觀來看，液態和氣態物質的流動性較固態物質高，而氣態物質的流動性又更高。

當物質若是吸收能量（例如：吸熱而溫度上升），很可能會提高流動性，甚至是改變狀態（如固態→液態→固態），相反地，若是物質持續散失能量（例如：放熱而溫度下降），就可能降低流動性，而提高緊密度，甚至改變狀態（如氣態→液態→固態）。物質三態轉變的示意圖如下。



活動 1 不同物質狀態的特性整理

看看上圖，請回想前四堂課發現到的物質轉變現象。

| 過程 | 名稱 | 吸熱或放熱 | 課堂中見到的例子 |
|-------|----|-------|------------------|
| 固態→液態 | 熔化 | | |
| 固態→氣態 | | | |
| 液態→氣態 | | | 白色煙霧小水滴形成後，又快速消失 |
| 液態→固態 | | | |
| 氣態→液態 | | 放熱 | |
| 氣態→固態 | | | X（前四節課沒出現） |

粒子的世界

我們知道最微小的黏土、乾冰（固態二氧化碳）、液態水，稱為黏土的**粒子**、二氧化碳的**粒子**，以及水的**粒子**。若以水（液態）為例，可能會因為過多的吸熱或放熱，而形成水氣（氣態）或冰（固態），在水變成水氣的過程中，由於水的粒子獲得許多能量，使水的粒子展現移動快速的特性，並且，粒子的運動是隨機的（不具有特定方向），結果完全要看當時各種力量如何影響粒子移動的方向。請回想看過不同狀態下的粒子特性，想想看，在同種或不同狀態下，粒子的大小是否相同？粒子之間的距離大小如何？粒子的運動情形如何？

活動二 不同狀態下的粒子特性

在前頁物質三態圖示中，貼上三種狀態（以水為例），再運用「IMAR 系統」，依照老師指示進行觀察記錄與回答問題。



一、在不同狀態下，水的粒子大小相同或不同？

二、水在固態時（冰）的緊密度最高，可能和固態時粒子的何種特性有關？

三、在不同狀態下用 IMAR 系統掃描，在「熔化」的過程中，粒子有什麼特性改變？

四、已知物質從固態「昇華」到氣態，是一種吸能（吸熱）的反應。請你用 IMAR 掃描「昇華」的過程，觀察粒子的狀態，並用粒子的觀點解釋？

我觀察：

我認為：

五、我們運用能低至攝食-20 度的食鹽冰盆，製作牛奶冰淇淋。則應該如何以粒子的能量與運動特性，解釋牛奶變成冰淇淋的過程？

我認為：

四、粒子之間，有沒有吸引力？為什麼你這麼認為？

物質的巨觀與微觀

106.12.6

班級 座號

姓名

當我們稱呼一個物質的「流動性」很高，「緊密度」很低.....等，便是用巨觀地角度來形容物質的特性。然而，當我們指出，組成物質的粒子運動速度很慢，或是粒子的排列情形.....等，便是用微觀的角度來形容物質的特性。

當我們指出，當物質的狀態改變時（巨觀），物質的質量沒有變，也就暗示著，過程中的每個粒子質量沒有變（微觀），此時，我們可能會說，物質的「體積」變大（巨觀），其實粒子移動變快，粒子的分布範圍變大，或是粒子之間的距離變大（微觀）。例如：水氣凝結成水的時候，物質質量沒有變，體積變小（巨觀），微觀地看，在水的凝結過程中，粒子的質量和體積沒有變，但是移動變慢，粒子之間的距離變小了。

【練習 1】 右邊是一個密閉的瓶子，靜置一段時間，部分的水變成氣態，部分維持原本的液態。則尚未蒸發的水中，粒子是如何運動的？

(A)原地靜止 (B)原地震動 (C)部分持續自由運動 (D)全都能持續自由運動

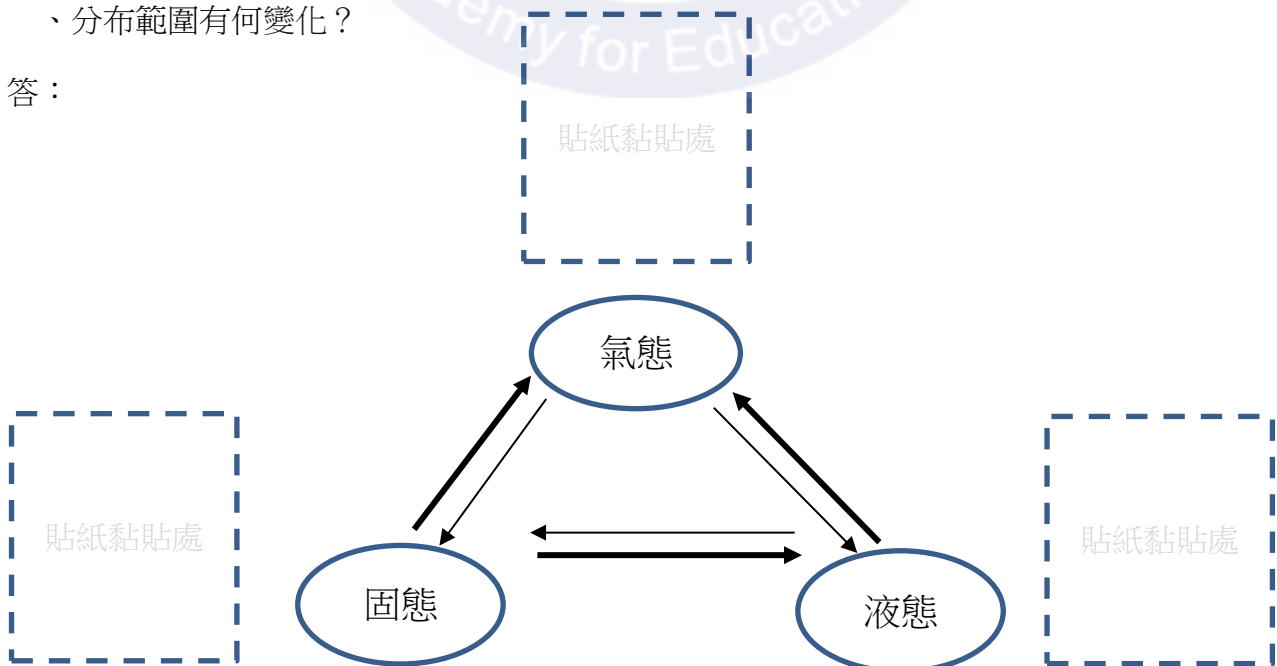


【練習 2】 氣化過程中，總重量如何變化？ (A)變大 (B)不變 (C)變小。

【練習 3】 請依據完成下方指令或問題。

- 1.將貼紙剪開，貼在適當的地方
- 2.在粗箭頭(→)與細箭頭(→)旁寫出該變化的名稱
- 3.說明在乾冰變成二氧化碳的過程中，物質的質量和體積有何變化？粒子的質量和移動速度、分布範圍有何變化？

答：



當物質若是吸收能量（例如：吸熱而溫度上升），我們會說物質的流動性變高（巨觀），也可說粒子獲得更多的能量，移動速度變快，分布的範圍可能就會變大。相反地，若是物質持續散失能量（例如：放熱而溫度下降），物質的流動性變低（巨觀），也可說粒子失去較多的能量，移動速度變慢，分布的範圍變小。

【練習 4】 在裝滿冰塊的杯子外面出現許多小水滴，這是水的何種狀態變化而產生的現象？

(A) 熔化 (B) 昇華 (C) 凝結 (D) 凝固

【練習 5】 承上題，請你運用前頁的物質三態（可以用 app 掃），說明這個過程中，粒子的質量和移動速度、分布範圍有何變化？

答：

【練習 6】 當杯中冰塊都變成水，粒子之間距離變大或變小？粒子之間吸引力變大或變小？

答：

【練習 7】 平時的大雨，對車子難免產生污漬，但這一場冰雹，卻連車子的擋風玻璃都打破了。巨觀地解釋相同重量的冰雹和雨，打在車子擋風玻璃，卻又不同結果的原因為何？

答：

【練習 8】 夏季幾乎無風的夜晚，待在室內竟然也能聞到外面烤肉的味道。

- (1) 以粒子的角度解釋，為什麼會聞到烤肉味？
- (2) 若是維持和肉的距離，比較剛烤完的肉和烤完一段時間後置放在盤子的肉，竟是剛烤完的肉比較香，以粒子的角度解釋，這是為什麼？

答：(1)

(2)

