



意外發現 Accidental Discoveries

單元摘要 / Unit Summary

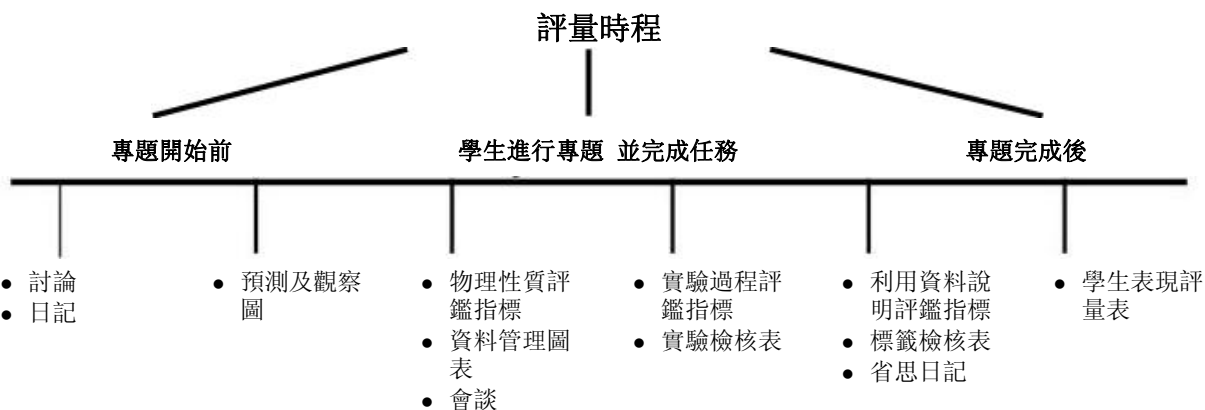
意外還是運氣？藉由詢問核心問題：「如何從意外發現中獲得益處？」讓學生思考生活中因為錯誤而導致意外發現時，如何從中獲得益處，並讓學生分析在當時的情況下，他們運用了哪些技巧及處理方法。讓學生扮演科學家或發明家，受雇為在實驗室中意外發現的某新物質，尋找有利的市場，藉此理解本單元的學習內容。學生研究以下問題：*科學家如何利用因錯誤而導致的意外發現，讓我們的世界變得更美好？*讓學生尋找：「科學方法如何幫助你達成目標？」問題的答案學生必須為某新物質，尋找有利的市場用途。學生必須運用對於各種物質性質的知識，並透過實驗證明其產品構想可行，最終吸引顧客購買產品。在專題最後，學生將為產品建立標籤，結合學到的所有內容，致力向顧客行銷產品。

課程引導問題 / Curriculum-Framing Questions

- **核心問題**
如何從意外事件中獲益？
- **單元問題**
過去的科學家，如何利用因錯誤而導致的意外發現，讓我們的世界變得更美好？
科學方法如何幫助你達成目標？
- **具體問題**
要瞭解某物質的物理及化學性質，必須進行哪些研究？
質量、體積及密度之間有何關連？
如何進行一項科學實驗？

評量計畫 / Assessment Timeline

這項時程依照時間順序，顯示單元過程中正式與非正式的多元評量。以下表格說明每項評量方法，以及使用對象及目的。



摘要

年級：6 - 8
學科：物理
主題：物質的性質、人類探索科學的努力，以及科學探究的過程
高層次思考技巧：資訊的分析與綜合、資訊的分類
學習重點：質量、體積、密度、測量法、物質的物理及化學性質，還有實驗性的設計
教學時間：3 週（每 2 天 90 分鐘，或每天 45 分鐘）

需要的資料

教學活動步驟
標準指標
學生範例

評量	評量過程及目的
先備知識日記	學生透過日記，省思自己犯錯或出現意外時因應之道。教師利用學生分享的資訊，引導課堂討論，並根據學生的經驗調整教學。
物理性質評鑑指標	學生在粘液實驗中，可利用評鑑指標引導思考過程，並以評鑑指標作為同儕回饋的依據，評量其他組員的表現。教師可利用評鑑指標評量學生的組織及思考技巧，並調整實驗教學，指出及測量物理的性質。這項評鑑指標可加以調整，以配合不同程度學生的實驗活動： 粘液實驗 1 ， 改良實驗 2 ，或 改良實驗 3 。

資料管理圖表	資料管理圖表可幫助學生從收集的資料中，建立有意義的解釋，並運用於最後的標籤專題上。教師可在資料表上標註不精準的測量結果，並進行課堂討論。資料表提供整體概況，讓教師瞭解全班的學習狀況，以針對不足之處加強指導。
實驗過程評鑑指標	學生在實驗前後及進行中，透過評鑑指標掌控實驗品質，以便進行最後的專題。學生也可利用評鑑指標，評量組員的實驗，並提供回饋，以應用於第二輪的實驗以及最後的專題。教師可利用評鑑指標評量實驗的相關性，並與小組計畫表比較，作為第二輪小組會談提問的依據，以及第二輪實驗的最後評量。
實驗檢核表	學生完成實驗後，可利用實驗檢核表掌控進度，並給予其他組員回饋。
會談問題	教師與各組會談，在實驗前針對研究計畫及構想提供回饋，以確保學生充分瞭解學習任務，並在實驗完成後，驗證有效性或修正學習方向。學生利用會談記錄進行省思及提問，並釐清實驗步驟。
利用資料說明評鑑指標	小組利用這項評鑑指標引導產品標籤的設計，並用以相互評量個人標籤。教師也利用這項評鑑指標進行個別評量及小組整體產品構想評量。
標籤檢核表	學生利用標籤檢核表掌握設計標籤的進度，並為其他組員提供回饋。
省思日記	學生透過省思日記，回想如何利用科學方法與技巧，有效完成單元任務。教師也藉此評量學生能否歸納所學的內容，觀察到普遍的錯誤與單元的難度，以便在需要時進行調整。
學生表現評量表	教師可利用此評量，評量學生運用新知識的能力。教師也有最後的機會觀察與瞭解學生是否具備評量及推導物質性質的能力。

感謝 / Credits

泰瑞莎馬菲斯 (Theresa Maves) 參加了英特爾® e 教師計畫，進而發展出這項評量計畫的初步構想，之後再經由教師團隊具體擬出此評量計畫。

備註: 此PDF文件中的網頁連結可直接下載和列印

專題評量：意外發現

教學活動步驟

教學活動步驟


單元教學準備

學生藉由一系列實驗，學習如何觀察及量化物質的物理性質、化學性質及各種變化。

介紹

提出核心問題：*如何從意外事件中獲益？*與學生分享自己的實例：曾經發生的錯誤或意外，最後轉變為正面的結果。與學生分享當時的狀況與所用的技能，將意外轉為好結果。分享之後，讓學生有時間省思當生活出現錯誤或意外時，如何轉變為正面的結果。讓學生分析當時所用的技能與方法，

並找出三位科學家因錯誤或意外，而讓世界變得更好的例子。請參考下列資源：

- www.pbs.org/wgbh/nova/cancer/discoveries.html*
- <http://science.howstuffworks.com/9-things-invented-or-discovered-by-accident.htm>*

（其他做法：列印或影印從網路上獲得的實例，分發不同實例讓學生分組討論，並與全班分享討論的結果）

讓學生就因緣際會的意義，進行討論。討論因緣際會與意外或錯誤有何關連，又與學生所研究的例子有何關係。讓學生利用日記回答單元問題：*過去的科學家，如何利用因錯誤而導致的意外發現，讓我們的世界變得更美好？*幫助學生歸納研究成果，並根據之前的研究，概括結論。

粘液實驗

提供學生以下情境：

附近實驗室的科學家致力發明新膠水時，意外發明了一種新的膠狀物。實驗的膠水樣本不小心溢出，流入殘留硼砂的水槽中。水槽中的膠水樣本、硼砂和水融合在一起，形成可能有用的新物質。學生扮演有經驗的發明家及科學家，受雇於馬文科學產品發明公司（Maves Inventive Science Products Incorporated, MISPI），致力尋找物質的新用途。產品構想必須具備潛力，讓世界更美好，並為MISPI帶來利潤。

與學生討論，要瞭解某物質的物理及化學性質，必須進行哪些研究？為小組成員分派任務，針對特定的新物質，研究其所有物理性質。每位進行實驗的學生都先給予 50 ml 硼砂、50 ml 白色膠水，以及 100 ml 的水（新物質的成份）。根據學生的學習程度，分發不同的粘液實驗，包括**粘液實驗**、**改良實驗 1**、**改良實驗 2**，或**改良實驗 3**。分發並檢視物理性質評鑑指標，以引導學生進行研究。

讓學生依照粘液實驗的說明，重複意外狀況。

分析資料

整理學生實驗所得的測量資料（溫度、質量、體積及密度），向學生分發班級資料的資料管理表，以方便學生分析。利用資料表與學生的分析，促進班級針對資料討論，並理解相關概念。重視學生在解釋質量、體積及密度的關係時所產生的任何思考觀點，。

向學生展示如何將從資料中得出的結論以圖表的方式展示。指導學生利用班級資料表，推導出個人的結論，並建立兩個圖表。

讓學生交換實驗的詳細資料，並利用物理性質評鑑指標，完成同儕互評。同時利用此評鑑指標，從教師的角度評量學生表現，必要的話，可提供進一步指導。

將學生分為 4

人一組，建立產品管理團隊，指導各組進行腦力激盪，根據之前實驗所觀察到的物理與化學性質，討論出 50 種不同想法。告訴學生必須一起從檢核表中，找出至少 2 個具有市場價值的構想。

向各組說明需要針對這兩個構想各設計 2 項實驗，共 4 項實驗。指導每位組員在 4 項實驗中各挑選 1

項實驗，在家中獨立完成，再於下次上課時和組員分享實驗結果。詢問學生：「如何建立一項科學實驗？」聽完學生的回應後，必要時進行建立科學實驗方法的教學。分發實驗過程評鑑指標及實驗檢核表，讓學生在實驗前、中、後善加參考，以瞭解成功實驗的評估標準。

分享實驗結果

讓學生利用實驗檢核表，對實驗的詳細資料進行互評。

在學生互評期間，與各組開會討論會談問題的內涵。利用實驗過程評鑑指標作為非正式評鑑實驗的基準，並討論各種構想及實驗的改進方式。提醒學生保存實驗成果，以便與最後的實驗進行比較。

教師扮演公司代表，閱讀學生腦力激盪得到的檢核表，並從中選出一項構想，作為最後一項實驗。教師選出的實驗，不一定是學生選出最好的其中兩項。教師應為各組選出不同的構想，每班的專題才不會相同。

選出最後的構想後，各組必須設計兩項新的實驗方案（若恰好是之前所選擇的兩項構想，那可以加以修改，使其更臻完善）。

給各組充分時間設計並改進最後的兩項實驗。向學生說明，四名組員中應再分為兩組，每兩人負責完成一項實驗。兩組必須獨立完成實驗，以驗證兩方資料是否一致。

利用資料說明

給各組充分時間交流最後的實驗結果，檢查相關資料及結論是否與另一組一致。讓小

組利用**實驗檢核表**，重新進行第一次實驗的互評，特別注意第一次及第二次實驗之間是否有所改進。

再次與各組會談，在討論會中，讓學生分享評量結果，並省思改進的過程。利用**實驗過程評鑑指標**，對第二次實驗進行正式評量。

在討論過程中，讓學生針對產品構想給予同組適當回饋，無論實驗資料能否達到理想成果。依據會談所收集到的資料，調整教學。

教導學生如何創造有力的標語及標誌。展示知名產品的標籤，並讓學生辨別產品標籤上各種不同資訊（技術的、科學的、趨勢的、廣告的，以及警告標語等），再給各組時間腦力激盪，為產品構思適當標誌及標語。說明雖然每個人都製作了標籤，但同組的組員必須採用相同的標語及標籤。

從商品上收集標籤，讓各組使用資料說明評鑑指標，對標籤進行評量。提醒學生在製作標籤時，參考評鑑指標及**標籤檢核表**。

課堂報告

給學生時間向組員展示個人標籤，並指導學生利用**標籤檢核表**，評量其他組員的標籤。利用資料說明評鑑指標，為各個標籤正式評量。

讓每位學生針對單元問題「*科學方法如何幫助你達成目標*」，撰寫省思日記。鼓勵學生在研究的初始階段，思考科學家〈及各種研究發明〉，並比較數週以來不同的實驗步驟。讓他們寫出團隊合作的過程，以及團隊合作的優缺點。

其他作法：可讓學生進行學生表現之評量，確保學生懂得運用所學的內容，以作為物質基本性質的最後評量，並依據評量結果，調整未來的教學。

專題評量：意外發現 標準指標

教學內容目標與課程標準

美國愛達荷州科學標準

觀察並分類物質的性質與結構

- 完成物質性質的實驗，並精確測量物理性質（或研究質量、體積與密度的關係）。
 - 測量
- 預測及評估物質的體積、溫度、質量與長度，以深入瞭解科學問題。
- 辨別哪種測量方法或工具，在科學研究上最有用。
- 利用精確測量法取得體積、溫度、質量和長度的資料，並根據研究得到結論。

美國國家科學標準

人類致力科學探究：

- 研究的領域及類型不同，所需的科學研究能力也有所不同。科學探索需要人類努力不懈，而且科學研究工作需要*推理與洞察能力、精力、研究技巧及創造力*，也需要具備科學的心智習性，包括容忍不確定性、適當懷疑，以及*對新觀點的開放態度*。

科學探究：

- 科學問題的類型不同，科學研究的類型也不同。有些研究涉及*對物體、有機體或事件的觀察及描述*，有些需要收集樣本，有些需要*進行實驗*，有些需要尋找更多資訊，*有些涉及新物質和現象的發現*，有些則需要建立模型。
- 數學對於所有科學探究至為重要。
- 技術可提高資料的準確性，讓科學家分析、量化研究成果。

學習目標

學生的學習目標：

- 研討過去科學家因為錯誤而導致意外的發現，進而改變了全世界。
- 準確測量各種物體的體積及質量，並計算密度，或精確量化物質。
- 針對任務的性質，選擇不同的測量工具。
- 根據相關資料，建立合理的結論。
- 利用觀察得到的各種性質，預測各種物質的質量、體積、密度及溫度。
- 以科學術語描述問題。
- 利用科學方法，設計並進行特殊的實驗。
- 利用圖表或其他視覺工具，呈現相關資料。
- 綜合科學資訊，說服顧客購買產品。

專題評量：意外發現 學生範例

學生成品範例

1. 實驗過程：

利用得分評鑑指標，根據學生第一次與第二次實驗的成果，顯示進步的過程。

實驗一 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

實驗一評鑑指標 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

實驗二 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

實驗二評鑑指標 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

2. 利用資料說明：利用得分評鑑指標，評量學生成果的三種不同層次。

標籤 2 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

標籤 2 評鑑指標 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

標籤 3 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

標籤 3 評鑑指標 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

標籤 4 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

標籤 4 評鑑指標 [Word 格式*](#) | [PDF 格式](#)

專題評量：意外發現 研究評鑑指標

物理性質評鑑指標

評估標準	範例：優良之評估標準，加上：	優良	有進步	未達目標
依照說明進行	順利完成任務，且不需要同儕或教師任何協助。	<p>粘液的粘度一致，表示實驗步驟與測量方法適當。</p> <p>完成所有任務及問題，只需要教師少許協助。</p>	<p>粘液的粘度不一致，表示實驗步驟與測量方法不正確。</p> <p>有些任務未全部完成，或需要教師的協助。</p>	<p>未依照實驗步驟進行，且測量數據有誤。</p> <p>有些實驗步驟尚未完成，或需要教師的協助</p>
資料及計算流程	資訊詳列於表格之中，展示所有計算過程。	<p>質量、體積、溫度及密度的測量資料，已準確記錄。</p> <p>測量資料經過組織，且清楚易讀。</p> <p>正確使用測量工具（包括溫度計、數位或多位槓桿式天平，以及量筒），且不需要協助。</p>	<p>在質量、體積、密度或溫度的測量及計算上，出現少許錯誤。</p> <p>測量資料未經過組織，但清楚易讀。</p> <p>使用測量工具時，需要協助。</p>	<p>質量、體積、密度或溫度的測量出現嚴重錯誤，計算也不準確。</p> <p>測量資料未經過組織，難以閱讀。</p> <p>使用測量工具時，需要協助。</p>
內容	針對實驗過程中出現的化學變化（吸熱）以及化學性質（可燃性及毒性等等），進行說明或預測。	<p>清楚準確地說明實驗過程中的物理變化。</p> <p>正確顯示質量、體積及密度之間的關連。</p> <p>正確說明實驗過程中產生的熱能。</p>	<p>說明物質的物理變化，但說明模糊、不正確且難以了解。</p> <p>質量、體積及密度之間的關連有誤，或不夠清楚。</p> <p>熱能分析有誤</p>	<p>並未說明物理變化，或說明有誤。</p> <p>並未對質量、體積及密度的關連，進行分析。</p> <p>未進行熱能分析。</p> <p>找出的物理性質少於6種，且其中有誤。</p>

		<p>在課堂上討論過的主要物理性質中，正確指出 9 種物理性質，包括質量、體積及密度。</p>	<p>。列出 6 - 7 種物理性質，其中至少包括 3 種可測量的性質（質量、體積及密度）。</p>	
資料組織	<p>利用額外的圖表來傳達或凸顯所獲得的結論。</p>	<p>資料圖表經過組織，因此測量、說明、預測及結論，皆可清楚展現。</p>	<p>運用資料圖表傳達資訊，但資料圖表難以閱讀或理解。</p>	<p>數據資料未經組織，難以閱讀。</p> <p>並未使用資料圖表或其他組織結構。</p>
資料分析	<p>資料包含歸納及綜合說明。</p> <p>運用科學術語及量化資料，進行預測及省思。</p>	<p>利用班級圖表的資料，完成 5 項質量、體積、溫度及密度的分析。</p> <p>利用試算表軟體建立兩個合理的圖表，代表從班級資料表中得到的個人結論。</p> <p>省思包括資料管理策略的分析，以及學生個人與班級數據資料的比較。</p> <p>預測與所得的資料一致。</p>	<p>利用班級資料表，得出兩個合理的結論。</p> <p>建立兩個圖表，但與班級資料表中的資料不一致。</p> <p>省思的說明不夠清楚。</p> <p>對新物質物理變化的預測，與所得的資料不符。</p>	<p>缺乏分析說明，或未依據數據資料進行說明。</p> <p>未建立圖表。</p> <p>省思的說明淺薄，或未解釋清楚。</p> <p>沒有進行預測。</p>

專題評量：意外發現 粘液實驗室

粘液實驗室：重製實驗 實驗開始前：

1. 觀察實驗室托盤上的物質（50 ml 膠水、100 ml 水，以及 1.0 ml 硼砂）。盡量寫下每種物質的物理性質，包括從外表觀察或實際測量得知的數據。
2. 預測每種物質的化學性質。

實驗進行期間： 第一部分

3. 在杯子 a 中，將 50ml 的水與 50 ml 的膠水混合：列出**新混合物**的物理及化學性質。物質的性質是否有所變化？只列出新的性質（關鍵字：溶液、混合物、密度、同質、不同質）。密度有何變化？
4. 在杯子 b 中，將 50ml 的水與 1.0 ml 的硼砂混合：列出**新的**物理及化學性質。原物質的性質是否有所變化？只需列出新的性質。（關鍵字：溶液、混合物、密度、同質、不同質）。密度有何變化？
5. 預測兩種混合物質（杯子 a 與杯子 b）混合時，會發生什麼變化。

第二部分

6. 慢慢將硼砂及水，倒入膠水及水中，用力攪動。
7. 從杯子倒出新物質，並在手上稍加揉捏。
8. 觀察新物質的性質及作用。
9. 物理性質是否有所變化？若有變化請列出來，包括質量、體積及密度。
10. 將物質放入密封的袋子，並擠出所有空氣，再放到水槽之中。觀察密度。是否與你的計算結果相符？請以完整的句子解釋。
11. 化學性質是否有所變化？預測新的化學性質（未來教師會向全班驗證預測的結果，目前暫時還無法進行測試。）
12. 將所有測量過的性質資料交給教師，並記錄於班級實驗資料表上。

實驗完成後：（教師分發班級實驗資料表，內含所有測量的數據資料，包括溫度、質量、體積及密度。）

在班級圖表上分析相關資料。

13. 一般來說，質量、體積及密度的關係為何？
14. 關於新物質的熱能，你有何觀察？請說明你的推論。
15. 請針對班級圖表上的資料，提出至少 5 種分析。所有資料是否一致？查詢其他小組的相關資料，並對於與其它組別特別不同的資料加以說明？
16. 這份班級圖表，如何幫助你詳細分析資料？
17. 利用電腦將你從班級圖表所得出的結論，以兩種不同的圖表表示之。
18. 將你的數據資料與班級圖表上的其他資料進行比較。你的資料是否合理？為何合理，或為何不合理？如果資料不合理，請提供原因。

19. 指出實驗過程中發生的兩種物理變化，以及一種化學變化。請以完整的句子，說明你的想法。
20. 比較實驗過程中發生的溫度變化。以科學的方法解釋溫度變化。
21. 觀察教師的示範，瞭解新物質的化學性質。列出你觀察到的所有化學性質。
22. 你預測的化學性質是否正確？說明哪些預測正確，哪些不正確。

***給教師的註解：對每一種物質分別進行燃燒測試，並對混合物及新物質（粘液）進行測試。展示新物質生物分解能力的圖片（需要事先準備）。展示每種物質的分子結構（水；單質、膠水；聚合物、硼砂；混合物）。為學生提供毒性及可燃性的相關報告。*

專題評量：意外發現

改良實驗 1

粘液實驗 — 學習程度 1

(這項實驗與原本相同，但為稍有學習障礙的學生，提供了一些學習鷹架。評量部分也針對同樣的學習目標而設計，但提供較多組織及相關提示。評分指南與評鑑指標維持相同，但組織部分並不適用。)

實驗開始前

	物理性質	預測的化學性質	測量質量、體積及密度－標示數字
白色粉末 (硼砂)			容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ 密度： _____ 寫出相對應的公式
膠水			容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ 密度： _____ 寫出相對應的公式
水			容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ 密度： _____ 寫出相對應的公式

實驗進行期間

	物理性質	預測的化學性質	測量質量、體積、密度及溫度	
膠水和水			容器的質量 + 物質	_____
			減去容器	_____
			最後的質量	_____
			體積：	_____
			密度：	
			(寫出相對應的公式)	
			溫度：	
硼砂和水			容器的質量 + 物質	_____
			減去容器	_____
			最後的質量	_____
			體積：	_____
			密度：	
			(寫出相對應的公式)	
			溫度：	
對膠水／水 + 硼砂／水的預測說明：				
水槽測試：說明這項測試的結論				
膠水／水 + 硼砂／水			容器的質量 + 物質	_____
			減去容器	_____
			最後的質量	_____
			體積：	_____
			密度：	
			(寫出相對應的公式)	
			溫度：	

實驗完成後

以完整的句子作答。

1 3.	質量、體積及密度之間的關連：
1 4.	對物質熱能的觀察：
1 5.	<p>針對圖中資料，寫出五項觀察結果：所有資料是否一致（全都相同）？查詢其他小組的相關資料，並對於與其它組別特別不同的資料加以說明？</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>
1 6.	你如何利用資料圖分析資料？
1 7.	<p>利用試算表軟體，建立兩個不同的圖。說明你對各張圖的解釋：</p> <p>圖 1 的解釋：</p> <p>圖 2 的解釋：</p>
1 8.	利用自己的資料，分析質量、體積、密度及溫度在混合之前、之中與之後，有何變化？
1 9.	說明實驗過程中發生的物理及化學變化：
2 0.	比較實驗過程中發生的溫度變化：
2 1.	觀察教師進行化學性質的示範。你之前的預測是否正確？
2 2.	哪些預測正確，哪些不正確？

概念欄：此學習程度的學生可選授，但學習程度 2 的學生必須講授。

注意：化學及物理性質混合列在一起。

粘性 毒性 易燃性 可燃性 無定形固體 聚合體 質量除以體積 = 密度 吸熱 散熱 質地 質量	水的密度是 1g/ml 顏色 固體、液體、氣體 混合物 溶液 不同質 同質 導體 絕緣體 抗張強度 易延展的
---	--

體積	可塑的
密度	彈性
溫度	滲透
升 (l)	透明
毫升 (ml)	半透明
克 (g)	不透明
氣味	生物分解性
吸收	首碼 - 「non」
物理性質	物理變化
化學性質	化學變化

專題評量：意外發現 改良實驗 2

粘液實驗 — 學習程度 2

本粘液實驗設計針對輕微學習障礙的學生加以改良而成。雖然減少了一些知識概念和學習任務，但仍保留大部分的主要學習目標，且提供主要的學習鷹架。評分指南也予以修改，以配合改良之實驗。評鑑指標維持相同，但組織部分並不適用。

實驗開始前：

1. 觀察實驗室托盤上的物質。盡量寫下每種物質的物理性質，以便進行觀察及測量。
2. 預測每種物質的化學性質。

	物理性質	預測的化學性質	測量質量、體積及密度之標示數字
白色粉末 (硼砂)			容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ 質量 / 體積 = 密度 _____ g / _____ ml = _____ g/ml
膠水			容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ 質量 / 體積 = 密度 _____ g / _____ ml = _____ g/ml
水			容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ 質量 / 體積 = 密度

			_____g / _____ml = _____g/ml

實驗進行期間：

3. 在**杯子 a** 中混合 50 ml 的水和 50 ml 的膠水，**攪拌直到完全混合**。
4. 在**杯子 b** 中混合 1 ml 的硼砂（白色粉末）和 50 ml 的水，**攪拌直到溶解**。
5. 預測兩種混合物質（杯子 a 與杯子 b）結合時，會發生什麼狀況。
6. 慢慢將硼砂及水，倒入膠水及水中，用力攪動。
7. 從杯子倒出新物質，並在手上稍加揉捏。
8. 觀察新物質的性質及作用。
9. 列出新的物理性質，包括質量、體積及密度。
10. 預測化學性質（之後教師會向全班驗證預測的結果，目前還無法進行測試。）
11. 將所有測量過的性質資料交給教師或助教，並記錄於班級試算表上。

對膠水／水 + 硼砂／水混合後的狀況，進行預測。

12. 擠出袋中的空氣，然後將袋子浸入水槽，你觀察到了什麼？這種現象表示什麼？

膠水／水 + 硼砂／水	容器的質量 + 物質	_____
	減去容器	_____
	最後的質量	_____
	體積：	_____
	_____	_____
	質量／體積 = 密度	_____
	_____g / _____ml = _____g/ml	

實驗完成後：

分析圖上的資料，並以完整的句子回答問題；

教師分發班級資料圖，內含各項測量資料，包括溫度、質量、體積及密度。

1 3.	質量、體積及密度之間有何關連？			
1 4.	關於此物質的熱能，你有何觀察？			
1 5.	針對圖中資料，寫出三項說明：所有資料是否一致（全都相同）？查詢其他小組的相關資料，並對於與其它組別特別不同的資料加以說明？			
	<table border="1"> <tr><td>1.</td></tr> <tr><td>2.</td></tr> <tr><td>3.</td></tr> </table>	1.	2.	3.
1.				
2.				
3.				
1 6.	你如何利用資料圖表分析資料？			
1 7.	在這項實驗中，發生什麼物理和化學變化？			
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">物理變化</td> <td style="text-align: center;">化學變化</td> </tr> </table>	物理變化	化學變化	
物理變化	化學變化			
1 8.	觀察教師進行化學性質的示範。列出你觀察到的化學性質。			

概念欄

物理	化學
水的密度是 1g/ml 顏色 固體、液體、氣體 粘性 無定形固體 彈性 滲透 透明、半透明、不透明 質量除以體積 = 密度 質地 質量 體積 密度 溫度 升 (l) 毫升 (ml) 克 (g) 氣味 吸收	毒性 易燃性 可燃性 生物分解性 吸熱 散熱 聚合體

專題評量：意外發現 改良實驗 3

粘液實驗 — 學習程度 3

(本粘液實驗設計針對嚴重學習障礙的學生加以改良而成。知識概念及學習任務已大幅減少，只保留原來部分學習目標，並提供大量提示與學習鷹架。評分指南與評鑑指標也必須修改，以配合改良之實驗。)

實驗開始前：

1. 觀察實驗室托盤上的物質。盡量寫下每種物質的性質，以便進行觀察及測量。

	物理性質	測量質量、體積及密度—標示數字
白色粉末 (硼砂)		容器的質量 + 物質 _____ _____ 減去容器 _____ _____ 最後的質量 _____ _____ 體積： _____ _____ 質量 / 體積 = 密度 _____ g / _____ ml = _____ g/ml
膠水	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p>所有欄位皆可輸入測量資料，不過學生只需填寫一至二種物質的測量資料。化學性質的部分已省略，化學性質對此程度的學生而言太過抽象，也不是實驗測量的必要部分。對此學習程度的學生而言，主要目標不是掌握知識內容，而是依照說明，運用閱讀、寫作及數學技能，並透過溝通，完成多項步驟的實驗。</p> </div>	容器的質量 + 物質 _____ _____ 減去容器 _____ _____ 最後的質量 _____ _____ 體積： _____ _____ 質量 / 體積 = 密度 _____ g / _____ ml = _____ g/ml

水		容器的質量 + 物質 _____ 減去容器 _____ 最後的質量 _____ 體積： _____ _____ 質量 / 體積 = 密度 _____ g / _____ ml = _____ g/ml

實驗進行期間：

- 在**杯子 a** 中混合 50 ml 的水和 50 ml 的膠水，**攪拌直到完全混合**，之後放在一旁。
- 在**杯子 b** 中混合 1 ml 的硼砂（白色粉末）和 50 ml 的水，**攪拌直到溶解**，之後放在一旁。
- 預測**兩種混合物質（杯子 a 與杯子 b）結合時，會發生什麼狀況。

對膠水 / 水 + 硼砂 / 水混合後的狀況，進行預測。

- 擠出袋中的空氣，然後將袋子浸入水槽，你觀察到了什麼？

這種現象表示什麼？

- 慢慢將硼砂及水，倒入**膠水及水中**，用力**攪動**。
- 從杯子倒出新物質，並在手上稍加**揉捏**。
- 觀察新物質的**性質**及作用。
- 列出種種新**性質**，包括質量、體積及密度。
- 將所有**測量**過的性質資料交給教師，並記錄於班級資料圖上。

	性質	測量	
膠水 / 水 + 硼砂 / 水	容器的質量 + 物質	_____	_____
	減去容器	_____	_____
	最後的質量	_____	_____
	體積：	_____	

		<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; margin-bottom: 10px;"></div> <p>質量／體積 = 密度</p> <p>_____g / _____ml = _____g/ml</p>
--	--	--

實驗完成後

教師分發班級資料圖表，內含各項測量資料，包括溫度、質量、體積及密度。

分析圖表上的資料，並以完整的句子回答問題；

11	進行實驗時，你注意到物質的熱能有何變化？						
12	<p>利用資料圖表回答下列問題：</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; background-color: #e0e0e0; padding: 5px; display: inline-block;"> 這些問題通常由助教提供。 </div> </div> <p>1. 最常出現的質量、體積及密度值為何？</p> <p>質量：_____ 體積：_____ 密度：_____</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p>2. 列出其它與上題不同的質量、體積及密度值。 [下面這條橫區隔線應該去除]</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"><u>質量</u></td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"><u>體積</u></td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"><u>密度</u></td> </tr> <tr style="height: 40px;"> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>3. 為什麼上述資料與大多數不同？</p> <p>4. 當質量和體積的測量值很接近時，密度就會與_____的密度相近，相當於_____g/ml，表示這種新物質_____於水。</p> <p>5. 在資料圖表上填入自己的說明：</p>	<u>質量</u>	<u>體積</u>	<u>密度</u>			
<u>質量</u>	<u>體積</u>	<u>密度</u>					
13	資料圖表上的資料如何幫助你回答上述問題？						
14	<p>在這項實驗中，下面哪些動作會產生物理變化？哪些會產生化學變化？</p> <p>[下面這條橫區隔線應該去除]</p>						

我將膠水與水混合時	_____
我將硼砂與水混合時	_____
我將硼砂水與膠水水混合時	_____

概念欄	
物理	化學
質量 – 克 (g) 體積 – 升 (l), 毫升 (ml) 密度 (質量除以體積 – g/ml) 水的密度是 1g/ml 顏色 固體、液體、氣體 彈性 質地 溫度 氣味 吸收劑	毒性 易燃性 可燃性 生物分解性 <div data-bbox="755 651 1185 1186" style="border: 1px solid black; padding: 10px; background-color: #e0e0e0;"> <p>此文字欄用於區分物理和化學性質(不過此學習程度無需區分)。有時學生坐在課堂上聽課,亦可順帶瞭解學習目標之外的知識概念。這些是本單元討論的主要化學性質。</p> </div>

以下辭彙需要在實驗開始前, 利用語文課其他時間先行講解:

- 分析
- 合併
- 劇烈
- 性質
- 預測
- 揉捏
- 物質
- 測量
- 觀察

以下是此學習階段的主要科學概念:

- 質量

- 體積
- 密度
- 物理性質
- 物理變化
- 化學變化：只限於基本介紹（選授）
- 熱能

專題評量：意外發現 評量實驗過程

實驗過程評鑑指標

學生和教師可利用本評鑑指標，評量兩項粘液實驗，以證實是否達成實驗目標，落實構想。

	4	3	2	1
實驗步驟	我的實驗步驟可準確地重做一次。我有詳盡的實驗步驟可實施實驗。	我的實驗步驟寫得很清楚。只有少數實驗步驟部分混亂或遺漏。	我的實驗步驟有條理，但有些部分不夠清楚，或有少許遺漏。	我的實驗步驟寫得不夠好。我的實驗步驟說明不足。
實驗材料	我列出所有實驗材料。材料清單明確，項目名稱適當，份量精準。	我列出所有實驗材料，但有些材料不夠明確。	我已列出大部分的材料。有些材料遺漏或不夠明確。	許多材料尚未列出，或不夠明確。
概念知識	我的實驗展現相關的概念知識。我的實驗具有意義，並提出真實的問題。我的實驗討論一個實在的問題，也針對收集的資料及分析技巧詳細說明。	我的實驗展現充分的概念知識。我的實驗研究相當完整。我運用分析技巧。我清楚說明問題，資料收集也經過整理。	我的實驗展現相關知識或問題。我的問題及資料收集，有誤解或不準確之處。	我的實驗很少或全無展現相關知識。我的實驗並未反映對問題的理解，也未使用正確方法收集資料及分析資訊。

評量科學實驗

	4	3	2	1
實驗結果	我針對實驗的過程，提供詳盡的資訊。我以不同方式展現資訊，例如圖表、資料圖、圖片、日誌等等。我的計算結果正確，且清楚呈現。我運用適當的計算方式。	實驗結果顯示我對實驗的理解程度。我以不同方式提供實驗記錄，但有些記錄未正確標示。我列出計算結果，且計算結果正確無誤。	我的資料只有一種格式，並只顯示最少結果。我的計算有誤。我對計算方式不太明白。	我的實驗結果，幾乎無法顯示實驗過程的變化。我的計算未運用公式，或無法顯示成果。部分計算結果有誤。
結論	我的結論展現對假設的分析。所有變因提供清楚說明，並支持實驗的結論。我根據研究及相關數據資料，提出實驗結果。	我的結論，建立假設與實驗之間的關連。我解釋了部分變因。我提供證據，以支持或說明實驗結果。	我為變因與實驗結果建立關連，但並未分析或解釋此關連。	我並未在實驗過程和結果之間，建立關連。
實驗報告	我的實驗報告內含所有必要項目，順序合乎邏輯。我清楚標明所有成分，並善加組織，以便說明。	我的實驗報告內含所有必要成分。所有成分都經過標示及組織，以便說明。	我的實驗報告內含必要成分，但未經標示，或順序不合邏輯。實驗報告不易理解。	我的實驗報告遺漏必要的成分。我的實驗報告完全無法理解。

專題評量：意外發現 督導我的實驗

實驗檢核表

問題或假設

- 我的假設可以進行實驗驗證。
- 書寫格式正確。

實驗說明

- 可根據實驗說明重做我的實驗，並得到類似結果。

測量資料

- 我的資料經過組織。
- 我的資料正確無誤。
- 標示的數字單位正確。
- 我有展示實驗過程。
- 我的數據有意義。

資料的組織

- 我利用圖表或圖片，加強實驗相關說明及步驟。
- 資料的組織清楚可辨。

結論／分析

- 我運用資料支持或否定我的假設。
- 我根據相關資料，建立合理的結論。

實驗評鑑

- 我分析修正實驗的方式，讓實驗結果更有說服力。
- 我善用他人的回饋及想法。

實驗變因

- 我能正確指出實驗中的控制及操縱變因。

團隊合作

- 我聆聽其他組員解釋各自的實驗。
- 我分析使用相關資訊的方式。
- 我為其他組員提供回饋。
- 我參與團隊決策，共同計畫後續的步驟。

專題評量：意外發現 會談問題

會談問題

問題	筆記
1. 你如何利用實驗證明你的構想正確？	
2. 你如何證明自己的假設有效或無效？	
3. 你如何強調小組產品的實驗資料？ 你如何處理資料不一致的問題？	
4. 你如何修正實驗設計？	
5. 你如何結合他人的實驗資料，進一步推廣自己的產品？	
6. 你擁有哪些測量資料？你如何說明這些資料？	
7. 其他人是否能準確地重做你的實驗，並得到同樣的結果？你的實驗說明是否清楚？	
8. 你運用哪些資源，幫助你完成實驗？	
9. 你的實驗如何切合專題的整體目標？	
10. 你是否能指出實驗的控制及獨立變因？	
11. 根據這次會談結果，你會如何修正實驗？還有什麼需要改進之處？	

專題評量：意外發現 利用資料說明評鑑指標

利用資料說明評鑑指標

評估標準	4	3	2	1
展示資料	<p>我利用分類排序及熟練的組織方法，正確展示資料。</p> <p>我利用資訊科技有效展示資料，資料經過組織，易於理解，並有助於產品銷售。</p>	<p>我利用分類排序的方法，正確展示資料。</p> <p>我展示的資料正確清楚，並有助於產品銷售。</p>	<p>我利用分類排序方法展示資料，但有些許錯誤。</p> <p>我展示經過整理的資料，但報告有點混亂或有錯誤，而影響產品的銷售。</p>	<p>我展示的資料不夠清楚，或展示方式較為混亂。</p> <p>我的資料不夠完整，或對銷售產品作用不大。</p>
建立有力的論點	<p>我利用實驗資料說明產品獨特且具有創意，進而達成說服顧客購買。</p>	<p>我利用實驗資料，說服顧客購買產品。</p>	<p>我利用實驗說服顧客購買產品，但只有部分資料支持我的實驗。</p>	<p>我的實驗資料無法支持或說服顧客購買產品。</p>
創造力	<p>我的標語、標誌以及使用說明，因利用資訊科技及美術設計而提升可看度。</p> <p>我運用具創造力的寫作技巧。</p>	<p>我利用標語、標誌及完整的產品使用說明，讓顧客更加瞭解產品。</p>	<p>我的標語或標誌沒有影響力，無法促進產品銷售。</p> <p>我的使用說明不夠完整，或令人混淆。</p>	<p>我的標語或標誌(或兩者)並未顯示在標籤上。</p> <p>我的產品沒有使用說明，或說明不夠完整，顧客無法依說明使用。</p>
產品的科學基礎	<p>我有歸納5種以上該物質的物理及化學屬性。</p> <p>我使用科學術語，描述產品的製造方式，並包括產品特性的深入觀察資料。</p>	<p>我歸納至少3種以上該物質的物理及化學屬性。(例如質量、體積及密度等)。</p> <p>我正確描述產品的製造方式，以及一般的產品觀察資料。</p>	<p>我只歸納一些物理及化學屬性。</p> <p>產品製造方式的說明不完整或不正確；產品的觀察資料不清楚或不完整。</p>	<p>列出的屬性不正確，或未包括於產品內。</p> <p>產品的說明及觀察不正確，或有所遺漏。</p>

專題評量：意外發現 檢查我的標籤

標籤檢核表

團隊產品構想：

- 我們的構想，因應社會的真實需求。

團隊產品標語：

- 我們的標語琅琅上口，產品用途明確，並標明購買的需求。

團隊產品標誌：

- 我們的標誌引人注目！
- 我們的標誌說明產品的實用性。

標籤的格式：

- 我的標籤格式具有創意。
- 我運用設計原則。
- 我利用電腦製作標籤。

簡介：

- 我說明如何使用產品，並解釋產品用途。

相關證據：

- 我提供合理證據，證據與我的產品性質一致。
- 我利用實驗說明，說服顧客。

透過寫作達到目標：

- 我運用有力的寫作技巧。
- 我的寫作語法正確。
- 我請同學或師長幫我修改。

其他特點：

- 我利用其他特點增加創意，例如背景故事、特殊設計，以及其他具有創意的特色。
- 我的標籤令人耳目一新！

向評審提問：

- 應如何改進？
- 你會在商品貨架上注意到我的產品嗎？
- 你願意購買我的產品嗎？

專題評量：意外發現 評量任務

學生表現評量表

姓名_____

展示所有數學內容

第一項：包裝好的甘草

將包裝一起進行所有測量

物理性質 列出物質的 6 項物理性質（包括質量、體積及密度）	物理變化：列出物質的 2 項物理變化
1. 2. 3. 4. 5. 6.	7. 8.
化學性質 列出這種物質的 3 項化學性質：	化學變化
9. 10. 11.	12. 你能讓這種物質，發生哪一種化學變化？ 13. 你為何認為這是一種化學變化？

第二項：尿布聚合物

確定物體的密度：展示成果。精確至小數點後 1 位。展示計算過程。

14. 質量

15. 體積

16. 密度

如果聚合物樣本的質量，加水前超過 1.1666 g，說明此樣本在水中的重量，是原有重量的幾倍？

5.5 g 的聚合物，加水之後會有多重：

第三項：塊狀物

請針對塊狀物，回答 19 題及 20 題：

17. 每一塊都有相同的

- a. 質量 b. 體積 c. 密度

18. 塊狀物由低密度至高密度的正確排序為何？（使用密度公式）：

- a. 1, 2, 3 b. 2, 3, 1 c. 3, 1, 2 d. 3, 2, 1 e. 1, 3, 2

根據學生表現之評量得分指南

	表現優良 (30分)	尚待進步 (15分)	評語
物理及化學性質的觀察	正確指出某物質的 6 個物理性質及 3 個化學性質。	指出部分物理及化學性質，但有些不正確，或列出的性質不多。	
指出物質的化學及物理變化	正確說明某物質的兩種物理及化學變化。	有些物理及化學變化的說明不完整或不正確。	
質量、體積及密度的計算	正確使用適當工具，測量質量及體積，並準確計算出密度。	有些計算不正確，有些測量質量、體積及密度的工具使用錯誤。	
對質量、體積及密度的瞭解	可正確區分質量、體積及密度。	對質量、體積及密度的概念有所誤解。	
總計			