

向科學家學思考

國中二年級上學期教材



班級_____

姓名_____

座號_____

內容

1. 「給我一個支點，我可以舉起整個地球」--阿基米得 (Archimedes)	1
2. 在沒有飛機和飛船的時代，人們如何上天?	6
3. 潛艇的起源	10
4. 密度的應用 實驗篇	12
5. 密度----題目練習	14
6. 科學家一波以耳	18
7. 聲納技術的原理與應用	20
8. 超音波	23
9. 偉大的航道	26
10. 科學動手做-手機紙箱音響	27
11. 看影片學聲音	28
12. 拉瓦節	29
13. 異軍突起的分子說	33
14. 道耳吞	35
15. 離子模型圖卡操作	39
16. 看影片認識原子說	41
17. 原子說-題目練習	42

「給我一個支點，我可以舉起整個地球」--阿基米得 (Archimedes)

第 1 週~第 2 週



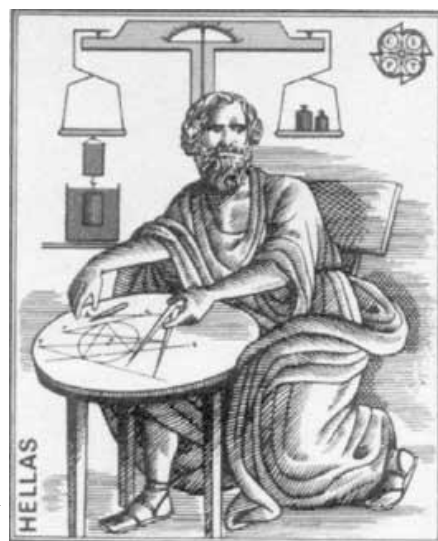
阿基米德是古希臘最富有傳奇色彩的科學家，關於他的傳說故事有很多，而且十分膾炙人口。阿基米德在數學、物理、機械工程學上的發明與發現，使得很多人認為他是除了牛頓以外，世上最偉大的科學家；也有人認為他是有史以來最偉大的三個數學家之一（另外二人是牛頓和高斯）。同學們大都知道他在洗澡時想出判別「真假皇冠」方法的故事，不過阿基米德還有更多有意思的事蹟喔！

相關影片:阿基米德 <https://www.youtube.com/watch?v=1MYQK9fhxzo>

旺盛的研究精神

阿基米德在公元前 287 年，出生在希臘西西里島東南端的敘拉古城。在當時古希臘的輝煌文化已經逐漸衰退，經濟、文化中心逐漸轉移到埃及的亞歷山大城；但是另一方面，義大利半島上新興的羅馬帝國，也正不斷的擴張勢力；北非也有新的國家迦太基興起。阿基米德就是生長在這種新舊勢力交替的時代，而敘拉古城也就成為許多勢力的角力場所。

阿基米德的父親是天文學家和數學家，所以他從小受家庭影響，十分喜愛數學。大概在他九歲時，父親送他到埃及的亞歷山大城唸書，亞歷山大城是當時世界的知識、文化中心，學者雲集，舉凡文學、數學、天文學、醫學的研究都很發達，阿基米德在這裏跟隨許多著名的數學家學習，包括有名的幾何學大師—歐幾



在希臘郵票上的阿基米德

里德，因此奠定了他日後從事科學研究的基礎。

在經過許多年的求學歷程後，阿基米德回到故鄉—敘拉古。據說敘拉古的國王—海維隆二世與阿基米德的父親是朋友，也有另一種說法是：國王與他們是親戚關係。總之，回國後的阿基米德很受國王的禮遇，經常出入宮廷，並常與國王、大臣們閒話家常或是暢談國事。阿基米德在這種優裕的環境下，作了好幾十年的研究工作，並在數學、力學、機械方面取得了許多重要的發現與成就，成為上古時代歐洲最有創建的科學家。

據說阿基米德經常為了研究而廢寢忘食，走進他的住處，隨處可見數字和方程式，地上則是畫滿了各式各樣的圖形，牆上與桌上也無法倖免，都成了他的計算板，由此可知他旺盛的研究精神。

國王大概也知道阿基米德驚人的研究精神，於是他出了一個難題給阿基米德去解決。

真假皇冠 一試便知

相關影片：

(浮力與密度)王冠的秘密【part1】<https://www.youtube.com/watch?v=UGu23sYDqqg>

(浮力與密度)王冠的秘密【part2】<https://www.youtube.com/watch?v=Ymtd3N0C11M>

這個難題讓阿基米德回家苦思了幾天，吃不下飯也睡不好覺。原來國王請金匠用純金打造了一頂王冠，做好了以後，國王懷疑金匠不老實，可能造假摻了「銀」在裡面，但是又不能把王冠毀壞來鑑定。怎樣才能檢驗王冠是不是純金的呢？哇！這可是個傷腦筋的問題。阿基米德想了好久，一直沒有好方法。

有一天，他在洗澡的時候發現，當他坐進浴盆裡時有許多水溢出來，這使得他想到：

「溢出來的水的體積正好應該等於他身體的體積，所以只要拿與王冠等重量的金子，放到水裡，測出它的體積，看看它的體積是否與王冠的體積相同，如果王冠體積更大，嘿嘿嘿！表示其中造了假，摻了銀。」

阿基米德想到這裡，不禁高興的從浴盆跳了出來，光著身體就跑了出去，還邊跑邊喊「尤里卡！尤里卡！（希臘話：發現了）」同學們可別小看這句話，現代世界上最著名的發明博覽會就是以「尤里卡」命名的。果然經過證明之後，王冠中確實含有其他雜質，阿基米德成功的揭穿了金匠的詭計，國王對他當然是更加的信服了。

後來阿基米德將這個發現進一步總結出浮力理論，並寫在他的《浮體論》著作裡，也就是我們國中時會學到的：物體在流體中所受的浮力，等於物體所排開的流體的重量。阿基米德為流體靜力學建立了基本的原理。

一個支點 舉起地球

阿基米德對於機械的研究源自於他在亞歷山大城求學時期。有一天阿基米德在久旱的尼羅河邊散步，看到農民提水澆地相當費力，經過思考之後他發明了一種利用螺旋作用在水管裡旋轉而把水吸上來的工具，後世的人叫它做「阿基米德螺旋提水器」，埃及一直到二千年後的現在，還有人使用這種器械。這個工具成了後來螺旋推進器的先祖。

當時的歐洲，在工程和日常生活中，經常使用一些簡單機械，譬如：螺絲、滑車、槓桿、齒輪等，阿基米德花了許多時間去研究，發現了「槓桿原理」和「力矩」的觀念，對於經常使用工具製作機械的阿基米德而言，將理論運用到實際的生活上是輕而易舉的。他自己曾說：「給我一個支點，我可以舉起整個地球。」

剛好海維隆王又遇到了一個棘手的問題：國王替埃及托勒密王造了一艘船，因為太大太重，船無法放進海裡，國王就對阿基米德說，「你連地球都舉得起來，一艘船放進海裡應該沒問題吧？」於是阿基米德立刻巧妙地組合各種機械，造出一架機具，在一切準備妥當後，將牽引機具的繩子交給國王，國王輕輕一拉，大船果然移動下水，國王不得不為阿基米德的天才所折服。從這個歷史記載的故事裡我們可以明顯的知道，阿基米德極可能是當時全世界對於機械的原理與運用，瞭解最透徹的人。

當代的數學大師

對於阿基米德來說，機械和物理的研究發明還只是次要的，他比較有興趣而且投注更多時間的是純理論上的研究，尤其是在數學和天文方面。在數學方面，他利用「逼近法」（國中時就會教到）算出球面積、球體積、拋物線、橢圓面積，後世的數學家依據這樣的「逼近法」加以發展成近代的「微積分學」。他更研究出螺旋形曲線的性質，現今的「阿基米德螺線」曲線，就是為紀念他而命名。另外他在《恆河沙數》一書中，他創造了一套記大數的方法，簡化了記數的方式。

在天文學方面，他曾運用水力製作一座天象儀，球面上有日、月、星辰、五大行星，根據記載，這個天象儀不但運行精確，連何時會發生月蝕、日蝕都能加以預測。晚年的阿基米德開始懷疑地球中心學說，並猜想地球有可能繞太陽轉動，這個觀念一直到哥白尼時代才被人們提出來討論。

保衛祖國

公元三世紀末正是羅馬帝國與北非迦太基帝國，為了爭奪西西里島的霸權而開戰的時期。身處西西里島的敘拉古一直都是投靠羅馬，但是西元前 216 年迦太基大敗羅馬軍隊，敘拉古的新國王（海維隆二世的孫子繼任），立即見風轉舵與迦太基結盟，羅馬帝國於是派馬塞拉斯將軍領軍從海路和陸路同時進攻敘拉古，阿基米德眼見國土危急，護國的責任感促使他奮起抗敵，於是他絞盡腦汁，日以繼夜的發明禦敵武器。

(1)新式武器

他製造了一種叫作石弩的拋石機，把大石塊投向羅馬軍隊的戰艦，或者使用發射機把矛和石

塊射向羅馬士兵。

阿基米德還發明了多種武器，來阻擋羅馬軍隊的前進。他發明了大型起重機，把羅馬的戰艦高高地吊起，隨後呼地一聲將其摔下大海，船破人亡。最後羅馬士兵都不敢靠近城牆，隻要有一根繩子在上方出現，他們就會被嚇跑，因為他們相信那個可怕的阿基米德一定在用一種什麼新奇的怪物，會使他們一命嗚呼。

(2)鏡子聚光

太陽的光和熱使地球上的萬物生長，它蘊藏著無窮無盡的能量。那麼，是誰最早想到把太陽能聚集起來加以利用呢？

古希臘的敘拉古城遭到了羅馬軍隊的侵襲。羅馬軍隊乘著張帆的戰艦，耀武揚威地駛向敘拉古港口，敘拉古城的青壯年和士兵們一起上前線去了，城裏隻剩下了老人、婦女和孩子，處于萬分危急的時刻。

就在這時，老阿基米德為了自己的祖國又站了出來。他讓婦女和孩子們每人都拿著自己家中的鏡子一齊來到海岸邊，讓鏡子對準強烈的陽光，集中照射到敵艦的主帆上，千百面鏡子的反光聚集在船帆的一點上，船帆燃燒起來了，火勢趁著風力，越燒越旺，羅馬人不知底細，以為阿基米德又發明了新式武器。就慌慌張張地逃跑了。

偉人之死

公元前 212 年，羅馬軍隊進入了敘拉古後，阿基米德就去世了。

關於他的死，有三個版本。

版本一：

羅馬士兵闖入阿基米德的住宅，看見一位老人在地上埋頭作幾何圖形，可阿基米德卻對他的到來沒有反應，士兵拿刀子在他眼前晃了晃，阿基米德才反應過來。隻見他沒有逃，而是對士兵說 你們等一等再殺我，我不能給世人留下不完整的公式！還沒等他說完，士兵就殺了他。他是帶著遺憾死去的。還有一種說法是：羅馬士兵闖入了阿基米德的住宅，看見一位老人正在自家宅前的地上畫圖研究幾何問題，一個羅馬戰士走近沉思中的阿基米德，把地上所畫的圖形踩壞了。阿基米德說：“走開，別動我的圖！”戰士一聽十分生氣，于是拔出刀來，朝阿基米德身上刺下去，于是一代偉人就這樣去世了。

版本二：

一個羅馬士兵突然出現在他面前，命令他到馬塞拉斯那裏去，遭到阿基米德的嚴詞拒絕，于是阿基米德不幸死在了這個士兵的刀劍之下。

版本三：

在戰爭失敗後，阿基米德對現實採取了學者的超然漠視的態度，專心致力於數學問題的研究。有一天，阿基米德坐在殘缺的石牆旁邊，正在沙地上畫著一個幾何圖形。一個羅馬士兵命令阿基米德離開，他傲慢地做了個手勢說：“別把我的圖弄壞了！”羅馬士兵勃然大怒，馬上用刀一刺，就殺死了這位古代科學家阿基米德。

無論他是怎麼死的，最為惋惜的就是那位羅馬軍隊的統帥馬塞拉斯，他為阿基米德舉行了隆

重的葬禮，並處死了那個殺死阿基米德的士兵。

懷念

馬塞拉斯對於阿基米德的死深感悲痛。他將殺死阿基米德的士兵當作殺人犯予以處決，並為阿基米德修了一座陵墓，在墓碑上根據阿基米德生前的遺願，刻上了"圓柱容球"這一幾何圖形。

隨著時間的流逝，阿基米德的陵墓被荒草湮沒了。後來，西西裏島的會計官、政治家、哲學家西塞羅（公元前 106~前 43 年）遊歷敘拉古時，在荒草發現了一塊刻有圓柱容球圖形的墓碑，依此辯認出這就是阿基米德的墳墓，並將它重新修復了。

名言語錄

給我一個支點，我就能撬起地球。

不要動我的圖！

“尤裏卡！尤裏卡！”（Eureka，意思是“我發現了”。Greek：ε ρ η κ α）

公元前 287 年世界發生的事

公元前 287 年，甲戌年。周赧王二十八年，秦昭襄王二十年，中国的春秋战国时期

公元前 287 年，“數學之神”阿基米德出生在義大利半島南端西西里島的敘拉古。

公元前 287 年，古羅馬共和時期的等級衝突與平民運動結束。

公元前 287 年，伊闕之戰結束。

公元前 287 年，愛國詩人屈原痛感國家淪亡，投汨羅江自盡。

公元前 287 年，哲學家提奧弗拉斯特逝世。

本文取自：

<http://www.bud.org.tw/museum/star11.htm>

<https://www.itsfun.com.tw/%E9%98%BF%E5%9F%BA%E7%B1%B3%E5%BE%B7/wiki-9183281>

密度相關影片：

<https://www.youtube.com/watch?v=xJl8FOxPopw&frags=pl%2Cwn>

<https://www.youtube.com/watch?v=m8hF6ZXF39Y>

在沒有飛機和飛船的時代，人們如何上天？

<https://kknews.cc/history/anrbmpv.html>。

第 3 週

人類技術發展到今天，上天已經不是什麼難事兒。依靠飛機和飛船，人類已經飛到了天空甚至太空中。但在飛機與飛船出現之前，出於對自由飛翔的渴望，人類也從未放棄對飛行的探索。

然而在 1783 年蒙特哥菲爾兄弟的熱氣球載人升空之前，飛行對人類來說只是一個夢想。但幾千年來，許多先行者為飛行做出了種種努力，他們不懈的探索為後人的成功奠定了基石。讓我們一起來回顧一下這些勇敢者們的壯舉，銘記他們所作出的貢獻和犧牲。

(一)飛人悲歌

古代人認為人之所以不能飛，是因為缺少翅膀，因此，只要造出一個合適的翅膀就能像鳥兒一樣飛翔了。早在中國西漢，就曾有人用鳥的羽毛製成翅膀，綁在身上從高台上跳下並滑翔了幾百步。歷史上還曾出現過不少類似的"飛人"。

這些"飛人"大都綁上自製的飛翼或翅膀，然後從高處跳下滑翔，他們本想像鳥兒那樣拍拍翅膀直衝雲霄，然而結果大都不傷即亡。1507 年約翰·達米安從蘇格蘭的斯特林城堡跳下，結果摔斷了大腿骨；六百年前一個被稱作"君士坦丁堡的撒拉遜人"，穿上一件寬大的帶硬性支撐的斗篷從高處跳下，結果一根框架中途折斷，斗篷立即垮下來，他當場墜地身亡。而義大利的 GB 丹蒂，他 1503 年試圖用自製的翼飛行，摔了下來，幸運的是他仍然活著。不過"飛人"中也有較為成功者，例如歷史上曾有兩位"飛行僧人"：一個是英國牧師奧里佛，一個是布拉澤·西普里安，後者據稱在 1780 年從一座山的山頂下滑翔了下來。比較可靠的記錄是在 17 世紀，一個土耳其人赫扎芬·塞萊比從博斯普魯斯海岸的一座塔跳下，飛行好幾公里，最後安全降落在附近的一個集市上。不過總的來說，"飛人"都沒能如其所願地飛上天空。也許在今天的人們看來，"飛人"的舉動荒唐可笑，然而正是由於他們不計犧牲勇敢的實踐，才邁出了人類飛行的第一步。

(二)撲騰翅膀的飛機

17 世紀之後，"飛人"日漸減少，一種叫"撲翼機"的機器出現了。撲翼機處於古代飛人向滑翔機和飛機過渡的階段，是航空史上一大進步。

在談到撲翼機之前，我們先來認識一下兩位偉大的設計家：羅傑·培根和李奧納多·達·芬奇。羅傑·培根是 13 世紀的芳濟各會修道士，他所設想的東西非常近似於 20 世紀的飛機。在 1250 年左右，他在《工藝和自然的奧秘》一文中描述："供飛行用的機器，上面坐一個人，靠驅動一台器械，靠人造翅膀上下扇動扑打空氣，儘可能地模仿鳥的動作飛行。"培根還曾設想當飛船在大氣中漂浮時，通過"液體燃燒"使之保持飛行。

在 15 世紀，達·芬奇不僅是偉大的畫家，也是航空史上的偉人。他精通解剖學，曾深入的研究過人類如何模仿鳥類飛行。他實際上是降落傘和直升機的發明人，並設計出了許多機器，有的很類似於今天有動力裝置的航空器。

培根和達·芬奇都曾設想靠上下拍打的人工翅膀飛行的機器，這便是撲翼機。

1678 年，一個名叫貝尼埃的法國鎖匠巧妙地模仿鳥類撲翼的特點，製造出了一個肩上放兩根

杆子，杆子各放一對長方形的活動翼，用繩索相連，手腳同時用力使桿頭向上擺時活動翼收合，向下擺動時展開，看上去跟真鳥一樣靈活的"飛行十字架"，貝尼埃因此聲名遠播。據說波蘭瓦迪斯瓦夫四世時的一個義大利人，蒂圖尼.布拉蒂尼也設計出可飛離地面幾英尺高的撲翼機。

撲翼機的研究者中最著名的是耶穌會的一位牧師：勞倫索.德.古斯芒。據說他製造出了一架有些誇張的撲翼機，被稱為"鳥式氣球"，似乎還成功地飛了起來。然而關於古斯芒更有意義的是 1709 年 8 月 8 日，他在葡萄牙國王面前做了熱氣球升空表演。



(三)用熱氣升上天空

東方：孔明燈 <https://pansci.asia/archives/106780>：<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/3Z0I.htm>

天燈亦稱孔明燈，相傳為三國時期(一千八百年前)諸葛亮的發明，也被公認為熱氣球的始祖，起初是為了傳遞訊息之用，但目前通常則被當成節慶祈福許願的工具。

孔明燈相傳源自中國四川平樂古鎮，三國時代，此鎮乃為軍事重地，諸葛亮當時被司馬懿困於平陽，孔明先生為了傳遞軍情，利用熱空氣向上升的原理，以開口朝下的輕質大紙袋，兜住大紙袋下方燃燒燃料而產生的熱空氣，使整個紙袋和其中熱空氣所受到的浮力大於其總重量，紙袋於是冉冉升空，彷彿高掛蒼穹的燈籠，稱之為天燈，恰如其景。諸葛亮算準風向，製成紙燈籠繫上求救信息放上天空，最終得以脫險。宋朝此鎮更以造紙聞名，後人為紀念諸葛亮，放孔明燈漸變成節慶儀式。現今，孔明燈更常用於祝福。這是一個象徵收穫的成功和幸福每一年。

另外，知名學者李約瑟指出，西元 1241 年蒙古人曾經在列格尼卡戰役中使用過龍形天燈傳遞信號。不過從天燈到載人的熱氣球，竟然相隔了近一千六百年。

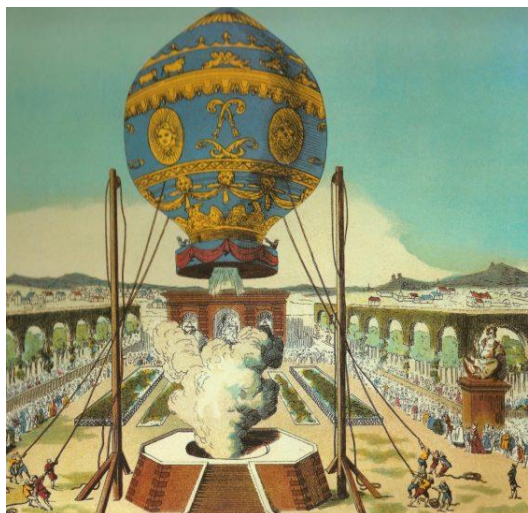


西方：熱氣球 原文網址：

<https://kknews.cc/news/gyrazk8.html>

1709 年 8 月 8 日，葡萄牙王宮的使臣接待大廳內貴人濟濟，國王陛下也親臨現場。古斯芒將

在此進行熱氣球升空表演。他的裝置是一個盆型小船，上面蒙有粗帆布。古斯芒將各種酒精和燃料放在船下面點燃，小船搖搖晃晃，趑趑趑趑，終於離開了地面。大廳內一片驚嘆之聲。然而小船飛到不高的高度就偏離了上升方向，一頭撞在牆上，接著便燃燒起來，在下落的過程中還燒著了來自東方的華麗的垂幔和它撞上的其它東西。古斯芒的尷尬可想而知，他的試飛表演竟使王宮著了火！好在國王陛下還很寬容，沒有怪罪於他。就這樣，古斯芒以王宮火災為代價，證明了飛行是可以實現的。



由孟戈菲兄弟所造的第一架載人熱氣球。圖片來源：wikimedia

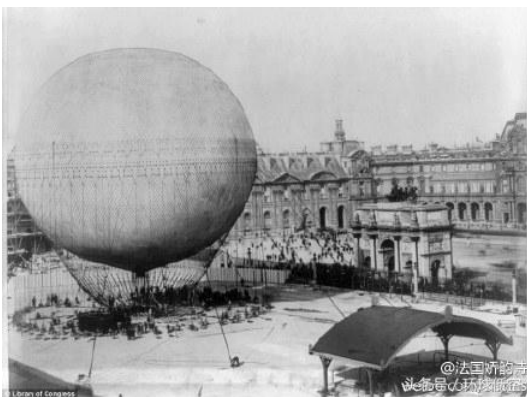
1777年，法國造紙商孟戈菲兄弟（Joseph-Michel Montgolfier / Jacques-Étienne Montgolfier），11月寒冷的一天，在法國的阿維尼翁，一位名叫約瑟夫·蒙特哥菲爾的造紙工人正坐在自家的壁爐前打盹兒。壁爐里火苗“呼呼”直竄，驅走了室內的寒氣。然而火似乎太旺了，不時有一股熱氣夾雜著小火星撲到約瑟夫的臉上，巧的是有一顆火星恰好在約瑟夫的眼皮上發出了“啪”的一聲輕響。約瑟夫驚醒了，不由得蹣跚已有些發麻的腳，把手伸近爐火去烤一烤。又一股熱氣撲面而來，紅紅的小火星頑皮地在他面前舞來舞去。這種現象在烤火的時候常常見到，而約瑟夫此刻卻對著飛舞的火星沉思起來：既然熱氣可以把煙、火星等飄起來，那麼可不可以利用這些氣體把一個類似氣球的東西升起來呢？為了解答這個問題，約瑟夫找來一塊上等的絲綢做了一個口袋，在下面點燃了一小把火，使他高興的是，口袋一點點鼓了起來，然後飛上了天花板，因而埋下了製作熱氣球的念頭。



在 1782 年，他們用木條編成 1 米 x 1 米 x 1.3 米的長方體籃子，四周再貼上綢緞，然後在底部點火後，籃子即冉冉上升到天花板。他們興奮地又製作了每邊放大 3 倍，等於是 27 倍大的熱氣球，也成功升空，最後掉落在兩公里外。

他們繼續加大體積，並將形狀改為球狀，於 1783 年 1783 在群眾面前，成功將體積 790 立方公尺的熱氣球升上兩千公尺的高空。這消息傳遍了巴黎，也傳進了皇宮。於是同年 9 月，他們在凡爾賽宮廣場，於路易十六面前成功讓一顆更大的熱氣球升到五百公尺高，飛了三公里，在空中一共停留了 8 分鐘。重點是，上頭還搭載了羊、鴨子與公雞三隻動物，回到地面時仍安然無恙，證明在高空並無缺氧之虞，可以進行載人飛行。

他們先於十月在有繫繩的安全措施下，讓弟弟先乘坐熱氣球垂直昇降，確認身體無恙。1783 年 11 月 21 日，他們進行首次的熱氣球載人飛行實驗。這顆熱氣球高 23 公尺、直徑 15 公尺，由科學家皮勞特（Jean-François Pilâtre）與一位軍官乘坐，兩人上升到九百公尺的高空，飛行 25 分鐘後降落在 9 公里遠的巴黎城外。人類終於實現夢想，首次遨遊，天空這是人類首次熱氣球旅行，比萊特兄弟發明飛機整整早了 120 年。



孟戈菲兄弟其實並不知道熱氣球上升的原理，他們還以為是燃燒產生了比空氣輕的特殊氣體。回顧他們只是實際動手做實驗，不斷改進而最後獲致成功的過程，以當時中國的工藝，應該早就能將天燈進一步發展為載人熱氣球，結果成為又一個發明領先、發展落後的例子，不禁令人為之嘆息！

潛艇的起源

第 4 週

潛艇最早可追溯到 15—16 世紀的列昂納多·達文西。據說他曾構思「可以水下航行的船」，但這種能力向來被視為「邪惡的」，所以他沒有畫出設計圖。

第一艘潛艇

第一艘成功在水下航行的潛艇是 1620 年由荷蘭籍物理學家科尼利斯·德雷爾（Cornelius Jacobszoon Drebbel）建造，以塗油脂的牛皮包覆木框，用裝水的羊皮囊為壓艙物，靠人力操縱多根木槳移動，能夠潛入水中 3-5 米。後來陸續發展出其他形式。到了 1801 年，富爾頓（Robert Fulton）改良他人的設計，製造一艘銅外殼、鐵框架的潛艇，命名為“鸚鵡螺”號。艇長 6.89 米，最大直徑 3 米，形似雪茄，潛艇中央有指揮塔，在水面以風帆前進，水下改用人力螺旋槳推進，用壓載水櫃控制浮沉，以壓縮空氣提供呼吸。



世界第一艘實用的潛水艇「海龜號」，是由美國人布希尼爾於 1776 年所設計，它在獨立戰爭中是用來將炸藥安置在英國船隻身上。雖然它效率並不好，但是它所使用的推進機構和潛航浮升的方式，卻為後來的潛水艇設計規格訂定了標準。

美國海龜號潛艇是人類歷史上第一艘投入實戰的潛艇。布什內爾 (David Bushnell, 1742-1824) 畢業於耶魯大學，1776 年設計建造了第一艘只容納一個人的潛艇“海龜”號 (Turtle)。通過腳踏閥門向水艙注水，海龜號可潛至水下 6 米，能在水下停留約 30 分鐘。艇上裝有兩個手搖曲柄螺旋槳，使艇獲得 3 節左右的速度和操縱艇的升降。艇內有手操壓力水泵，排出水艙內的水，使艇上浮。艇外攜一個能用定時引信引爆的炸藥包，可在艇內操縱系放於敵艦底部。作為秘密武器，它給美國大陸軍帶來了極大的希望。認為可以用它來摧毀停泊在紐約港的英國戰艦。

潛水艇的原理：

東西的浮與沈，牽涉到密度問題。當物體的密度小於液體的密度時，就會浮在液體上；相反地，當物體的密度大於液體時，就會下沉。而密度是怎樣求出來的呢？在物理上的定義， $\text{密度} = \text{質量} \div \text{體積}$ 。傳統潛水艇的船身裡，有一個佔據相當大空間的『壓艙』，當潛水艇浮在水面上的時候，壓艙裡沒有水，因此質量較輕（只有船身的質量），在除以潛水艇的體積之後，密度小於海水，因此就浮在水面上；而當潛水艇要潛入海中時，壓艙的進水口就會打開，引入海水，在潛水艇體積不變的情況下，因為增加了海水的重量，使得潛水艇的密度增大，超過了海水的密度，因此就往下沈了！說到潛水艇與阿基米德原理的關係，當物體浮在液體上時， $\text{重量} = \text{浮力}$ ；當物體下沉時， $\text{重量} > \text{浮力}$ 。因為潛水艇的體積固定，所以它所能排開的海水重量是固定的，也就是說最大的浮力是不變的。這種情況下，要控制潛水艇的浮沈，只能改變潛水艇的重量，也就是上面所說的排水、進水的方法。因此，兩者當然有關係！

1. 物體浮沉的原理：物體放在液體中時

若所受的浮力 $>$ 物體的重量，則物體浮在液體上。

2. 潛水艇底部為一大儲水艙及一個高壓儲氣艙：

當將儲氣艙內的空氣排入儲水艙，高壓的空氣將儲水艙的水排出潛水艇，則潛水艇重量減少而上浮。

當將儲水艙內的空氣吸入儲氣艙，儲水艙內的壓力減少，海水流入儲水艙內，則潛水艇重量增加而下沉

密度的應用 實驗篇

第 5 週

實驗一：會讓你捨不得喝掉的超 bang 彩虹柳橙汁！

利用不同密度的液體，做出分層後並倒出，就可以做出調酒一般的飲料。

實驗參考資料：

1. [20170712 蕭敬騰 FB 直播：Rainbow shot](#)

2. <https://lis.org.tw/post/00000230>

實驗材料：

透明杯子、鐵湯匙、柳橙汁、冰塊、水、紅色糖漿、藍色糖漿→快自己動手做做看 糖漿:仰南食品的石榴糖漿跟柑橘糖漿

課堂小提醒

1. 這個實驗中的冰塊可以改成透明彈珠也會有一樣的效果出現
2. 紅糖漿、藍糖漿和柳橙汁的溫度一樣，才能避免因為溫度會影響到液體的對流，分層比較容易成功

實驗二：[液體疊羅漢](#)(國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系)

<http://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-006.html>

準備材料：八根小試管、湯匙、水彩、鹽、滴管、試管架

1. 取一根小試管加鹽在水中，先調出飽和溶液，標示為 (1)。(註：在水中加鹽，直到鹽無法溶解、產生沉澱，即為飽和溶液)。(如圖一)
2. 取其餘六根小試管分別加入一匙飽和溶液，依次加入一單位、二單位、三單位、四單位、五單位及六單位的水，即可調成不同濃度(密度)的食鹽水，放在試管架上，由濃至淡分別標為 (2) ~ (7)。(水放得多即淡，放得少即濃)。
3. 依序排好後，加入不同顏色的水彩，如由 (7) ~ (1) 分別加入紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫。(水彩不可放太多，以免影響濃度)。(如圖二)
4. 取第八根試管，用滴管取出調好的各種顏色的食鹽水，沿管壁慢慢滴入試管中，依號碼 (1) ~ (7) 分別滴入試管中，就形成美麗的七彩液體疊羅漢。(滴的時候越慢，液體的分層會越明顯)。(如圖三)



圖一



圖二



圖三

※原理

不同濃度（密度）的液體混合時，密度大的會沈在下層，密度小的則會浮在上層（如下圖）。這個遊戲即是運用浮力的原理，加入水彩方便觀察溶液形成分層的情形。各種顏色食鹽水滴入時，沿管壁慢慢滴入是要減少液體往下流時產生的衝擊力，以降低不同濃度的食鹽水發生相混合的現象。

※叮嚀的話

1. 試管可換成玻璃杯或其他容器，不過建議用試管或細長型的容器，以方便操作及觀察結果。
2. 試管架只是方便放置試管，並非一定需要的操作材料。
3. 若一次分七層有操作上的困難，可先練習三層或四層，再慢慢挑戰七層。


實驗三：自製夢幻飲品－冰涼蝶豆花神秘飲【LIS 實驗室】

<https://reurl.cc/vDzGj1>

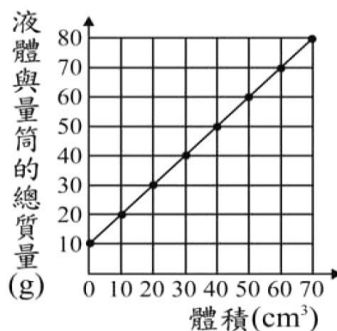
密度----題目練習

第 6 週

1. () 將一密度為 8.9g/cm^3 、體積為 90cm^3 的均勻銅塊，分割成甲、乙、丙三塊較小的銅塊。若測得甲、乙、丙三個銅塊的體積分別為 20cm^3 、 30cm^3 、 40cm^3 ，且甲、乙、丙三銅塊的密度分別為 $d_{\text{甲}}$ 、 $d_{\text{乙}}$ 、 $d_{\text{丙}}$ ，則 $d_{\text{甲}}:d_{\text{乙}}:d_{\text{丙}}$ 為下列何者？
 (A) 2:3:4 (B) 4:3:2 (C) 1:1:1 (D) 6:4:3 【100(北)聯測】
2. () 阿志 使用不同儀器，分別量測或計算出某長方體金屬塊的質量、溫度、表面積、體積與比熱，並將所得的數據寫在筆記本上，如附圖所示。若他要計算此金屬塊的密度，需要運用到筆記本上的哪些數據？ (A) 20.0cm^3 和 158.0g (B) 158.0g 和 48.0cm^2 (C) $0.113\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ 和 25.0°C (D) $0.113\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ 和 20.0cm^3 。
 【101 基本學測】

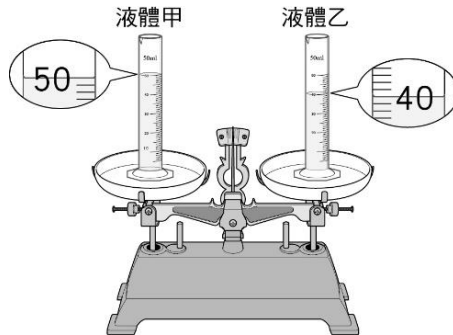
										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none;">158.0 g</td> <td style="border: none;">(金屬塊)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">25.0 $^{\circ}\text{C}$</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">48.0 cm^2</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">20.0 cm^3</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">0.113 $\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> </div>	158.0 g	(金屬塊)	25.0 $^{\circ}\text{C}$		48.0 cm^2		20.0 cm^3		0.113 $\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$	
158.0 g	(金屬塊)									
25.0 $^{\circ}\text{C}$										
48.0 cm^2										
20.0 cm^3										
0.113 $\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$										

3. () 小真 將某液體分次倒入量筒中，再利用天平依次測量液體和量筒的總質量，並分別記錄量筒中液體的體積，其實驗數據如下圖所示。下列關於此液體密度的敘述何者正確？
 (A) 液體的體積越大，密度越低 (B) 液體的體積越大，密度越高 (C) 體積 20cm^3 時計算密度為 1.0g/cm^3 (D) 體積 50cm^3 時計算密度為 1.2g/cm^3 。
 【94 基本學測一】

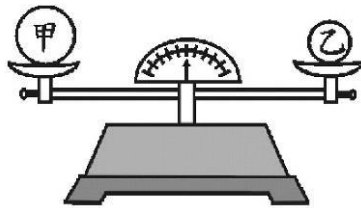


4. () 已知冰的密度為 $0.93\text{克}/\text{立方公分}$ ，常溫水的密度大約為 $1.0\text{克}/\text{立方公分}$ 。當一塊質量 100克 的冰在常溫下完全融化為水，其體積最接近多少立方公分？
 (A) 107.5 (B) 100 (C) 93 (D) 10。【91 基本學測二】
5. () 在室溫下，小方 利用一個質量為 300g 的玻璃瓶，設計可測量甲液體密度的實驗，其步驟如下：
 一、將玻璃瓶裝滿水，稱得總質量為 900g
 二、倒掉瓶中的水，待玻璃瓶乾後，改裝滿甲液體，稱得總質量為 1800g
 由上述實驗步驟，可推算甲液體的密度為下列何者？【100 基本學測一】
 (A) 1.5g/cm^3 (B) 2.0g/cm^3 (C) 2.5g/cm^3 (D) 3.0g/cm^3

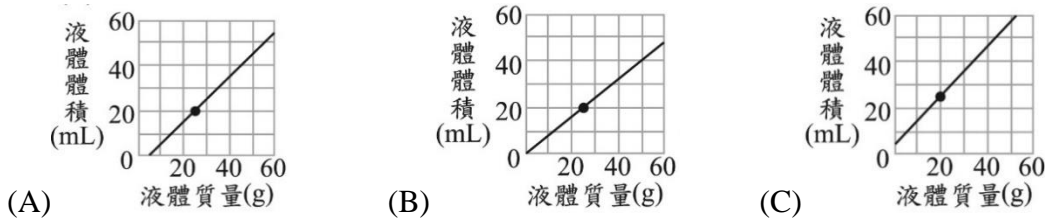
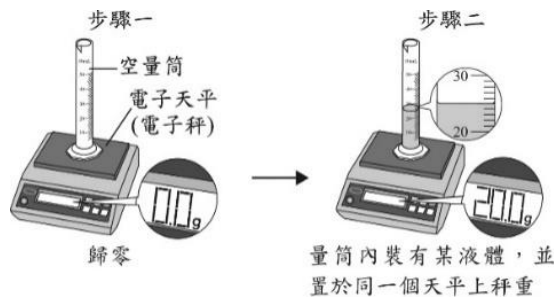
6. () 在一個已歸零的上皿天平左側與右側，各放置一個質量與規格完全相同的量筒。左側量筒內裝有密度為 0.8g/cm^3 的液體甲，右側量筒內裝有液體乙，如附圖所示，此時天平指針靜止在中央，則每 10mL 液體乙的質量為多少公克？ (A) 8.0 (B) 10.0 (C) 12.0 (D) 12.5。 【102 基本學測】

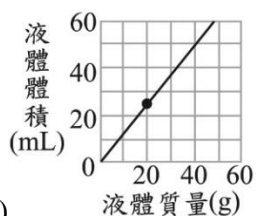


7. () 如圖所示，甲、乙兩個組織均勻的實心球體置於已歸零的等臂天平左右兩秤盤中，天平兩臂呈現水平，則甲、乙兩球體密度何者較大？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 兩者相等 (D) 無法判斷。 【90 基本學測二】



8. () 小翠 進行如附圖步驟的實驗，並根據實驗結果，以量筒中液體的質量與體積繪圖，並延伸出此液體在不同質量時與體積的關係，小翠 繪製出的圖應為下列何者才正確？ 【106 教育會考】





(D)

9. () 伊瑪將某液體倒入量筒中，測得液體的體積 V ，再置於天平上，測出量筒和液體的總質量 M ，如表所示，則此液體的密度為何？【90 基本學測一】(A)0.3 公克／立方公分 (B)0.8 公克／立方公分 (C)1.0 公克／立方公分 (D)3.0 公克／立方公分。

次別	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次
V (立方公分)	10	20	30	40
M (公克)	30	38	46	54

10. () 有甲、乙、丙三個大小不同、材質相同的均勻實心正立方體，取一已歸零的天平分別進行附表中的三組測量，每組天平測量均達到靜止水平平衡。已知乙的邊長為 1cm，由上述資訊判斷甲、丙的邊長分別為多少？【105 教育會考】(A) 甲：2cm，丙：5cm (B) 甲：3cm，丙：4cm (C) 甲：8cm，丙：125cm (D) 甲：27cm，丙：64cm。

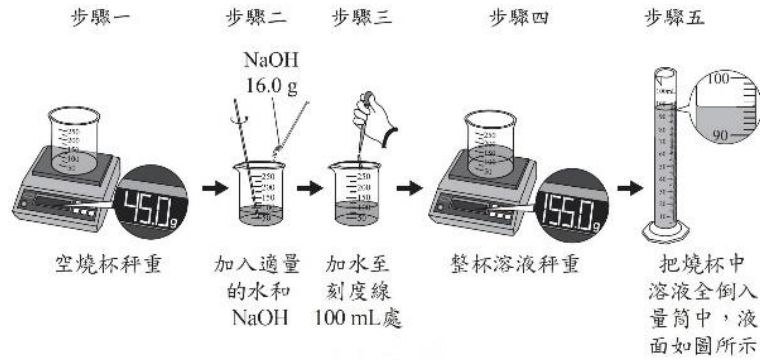
組別	左端秤盤(正立方體)	右端秤盤(砝碼)
1	甲、乙	200 g × 1個、50 g × 1個、20 g × 1個、10 g × 1個
2	乙、丙	500 g × 1個、100 g × 1個、50g × 1個
3	甲、乙、丙	500 g × 1個、200 g × 2個、20g × 1個

11. 請在閱讀下列敘述後，回答問題：

有甲、乙、丙三個相同的燒杯，分別在甲燒杯倒入 100 g 的水，在乙燒杯倒入 60 g 的水及 40 g 的冰，在丙燒杯倒入 40 g 的水及 60 g 的冰。【94 基本學測二】

- () (1) 在三個燒杯中，水與冰的總質量之關係為下列何者？ (A) 甲 = 乙 = 丙 (B) 甲 > 乙 > 丙 (C) 丙 > 乙 > 甲 (D) 甲 > 乙 = 丙。
- () (2) 在三個燒杯中，水與冰混合體的平均密度之關係為下列何者？ (A) 甲 = 乙 = 丙 (B) 甲 > 乙 > 丙 (C) 丙 > 乙 > 甲 (D) 甲 > 乙 = 丙。

12. 小葵查詢相關資料後，知道要配製某種濃度的 NaOH 水溶液 100 mL，需加入 NaOH 16.0 g，附圖的步驟一至步驟四為她在室溫下進行此濃度溶液配製，以及溶液密度測量的步驟示意圖。步驟四完成後，經老師提醒，才知道燒杯上的刻度標示僅為參考之用，誤差較大，所以小葵待溶液溫度回到室溫後，再以量筒測量溶液的總體積如步驟五所示。依測量的結果可知，用此方法和器材配製溶液確實會有較大的誤差，應改用容量瓶等器材來配製溶液。【108 教育會考】



() 小葵實際配製出的溶液密度最接近下列何者？ (A) 0.86 g/cm^3 (B) 1.10 g/cm^3
 (C) 1.16 g/cm^3 (D) 1.22 g/cm^3

科學家—波以耳

第 7 週

1627 年，波以耳出生於愛爾蘭，家中共有 14 名小孩，父親是愛爾蘭科克的伯爵，也是富有的地主。年幼時波以耳由當地的寄養家庭撫養長大直到 8 歲，可以說流利的愛爾蘭語，以及拉丁語、希臘語和法語。當母親過世後，波以耳由一位說愛爾蘭語的家教帶到伊頓公學，雖然他很顯然沒興趣練習他的母語，而比較喜歡說法語和拉丁語。波以耳童年時，他並不顯得特別聰明，說話還有點口吃，但是比起他的兄長們，他卻是最好學的，常常手不釋卷。1641 年他在國外時，去了一趟義大利佛羅倫斯，讓這位早熟的 14 歲青年接觸到伽利略的研究，而正當他在佛羅倫斯時伽利略病逝了。波以耳回到英格蘭，對科學和數學深感著迷。那時他父親過世，在英格蘭和愛爾蘭遺留給他龐大的資產，所以他也有財力追求他的興趣。

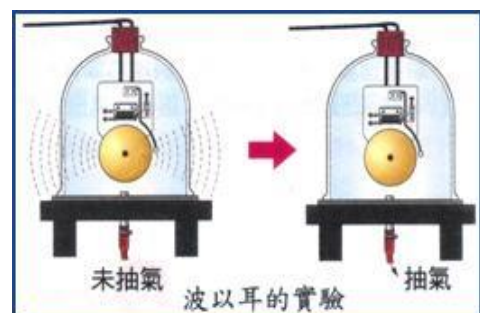


那時他也在住家建造了一個實驗室，開始做顯微鏡的觀察和化學實驗。當他短暫居住在愛爾蘭時，他發現要在那裡做化學實驗很困難。他大都花時間在英國牛津或倫敦的實驗室，加入一群同興趣的自然哲學家，除了邏輯推理外，他們那一群人的中心價值是觀察和實驗，「不要輕易相信別人的話」是他們的座右銘。

1650 年，全歐洲的科學家都因德國科學家馮格里克（Otto von Guericke）製造出全球第一個人造真空的訊息而驚奇不已。他把兩個大的銅半球組合在一起，然後用一個他自己發明的真空泵把裡面所有的空氣抽光，因此四周的氣壓一直將兩個半球緊緊結合在一起。為了要示範那個氣壓有多強，馮格里克利用兩組各有 8 匹馬的馬隊，每個半球各繫一隊，讓它們朝相反的方向奔跑。但就算如此仍無法把兩個半球分開。波以耳對此報導深感興趣，所以開始和他當時的助理虎克（Robert Hooke）建造他自己的「氣動引擎」，虎克擅長操作儀器的天賦對於設計笨拙的裝置得以運轉很有助益。他們做了許多不同的實驗，測定空氣的性質，特別是「稀薄空氣」對如燃燒、磁性、聲音、氣壓計、以及不同物質等如何產生影響。其中之一的著名電鈴實驗：



他將電鈴放入一個大的玻璃罩內；當罩內的空氣未抽出前，可以聽到小錘擊電鈴的聲音。用抽氣機把玻璃罩中的空氣開始抽出時，電鈴聲逐漸變小，甚至消失。我們能聽到聲音，是物體振動經由空氣傳播而達成。



這些觀察就成了他 1660 年的書《物理力學新實驗，論空氣的彈性與效應》（*New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects*）的基礎。雖然此書出版後獲得很高的評價，但也有人批評，那個時代許多科學家都不相信真空的存在，他們認為波以耳所觀察到的一定是源自於之前所不知道的力。波以耳後半輩子繼續他的化學實驗，並將結果發表出來。他在《原理的辯護，論空氣的彈性，有關物體多孔性的實驗與考量》與《物理的實驗與觀察》兩本書中詳細說明他對真空泵的研究。波以耳還寫了幾本醫學論述的書，從事結晶體、電、顏色、流體靜力學和冷凍水擴張的實驗。儘管波以耳幫助開啟現代科學新時代，但從他年輕時旅遊歐洲見證了一場特別震撼的大雷雨後，他就有著神秘的傾向。他是一個鍊金術士，相信可以讓金屬產生變化，為此，他甚至幫忙廢除禁止複製金和銀的法令，就怕他萬一成功了。

在確立實驗哲學的價值取向及方法論原則後，波以耳在其兩部重要的實驗哲學著作即《懷疑的化學家》（*The Sceptical Chemist*）與《論形式與質料的起源》（*The Origin of Forms and Qualities*）中全面批判一切舊物質論學說，並提出自己的微粒哲學，聲稱他將以化學作為其主要研究領域（儘管他當時已在真空實驗、氣體性質研究以及光學研究上取得了引人注目的成果）。他斷然拋棄亞里斯多德的「四元素理論」他不相信水、土、氣、火是最簡單的物質的說法，而認為世界是由一些最小的微粒組成，以及帕拉塞爾蘇斯派化學家關於元素或要素的主張，同時也反對笛卡兒物質論，甚至不同意伽桑狄

（*Pierre Gassendi, 1592-1655*）的原子論，而持有一種特殊的粒子—微粒論主張。他相信物質世界是完全統一的——「萬物皆同根生」，拒絕將物體的化學性質與原子的大小、形狀直接關連。他認為物體皆是由上帝所造的同一種粒子即「自然最小質」逐級凝結而成，而物體的性質取決於由粒子形成的最大的微粒團的大小、形狀和結構。經由有系統的量化實驗，駁斥了四元素說，開創化學這門學科，因而被後世稱為「化學之父」。

到 1669 年止，身體一向虛弱的波以耳健康急速走下坡，已經到了無法繼續在皇家學會工作的地步，他限制訪客只在特定的日子在他和妹妹蘭妮拉夫人（*Katherine Jones, Lady Ranelagh*）居住的倫敦家中接見。蘭妮拉夫人高度分享波以耳對科學的興趣，以致於他們互相編輯對方的手稿。但是他繼續私自地做了 20 年的化學實驗，「當作鍊金術遺產留給勤勉的同好後代」。1691 年 12 月 31 日，在他妹妹過世後一星期，他也因癱瘓病故。他捐出波以耳演講集，在他死後繼續對科學做出了貢獻。

- i. who：請問文章主角是誰？_____
- ii. what：文章主要是在講什麼科學發現？_____
- iii. when：事件發生在什麼時候？那時世界還發生什麼事？_____
- iv. where：事件發生在什麼地方？_____
- v. 文中主角做過許多不同的抽真空實驗之外，也對其他實驗多方嘗試，你覺得他有什么人格特質呢？_____

聲納技術的原理與應用

第 9 週

1. 聲納設備的定義

利用聲波在水下的傳播特徵，通過電聲轉換和信導處理技術完成水下目標的探測，進行水下通訊和遙測的設備稱為聲納設備。

2. 聲納技術的發展歷程

聲納技術至今已有超過 100 年歷史，十九世紀初期，西方國家在對水下物體探測技術上進行了很多研究，包括探測熱能、磁能、電磁和聲波的方法，因能量傳遞分為介質波與非介質波，其中聲波對水下物體探測是這幾種當中最為有效的。

第一部聲納儀是 1906 年由英國海軍的李維斯·理察森 (Lewis Nixon) 所發明，是一種被動式的聆聽裝置，主要用來偵測冰山。這種技術，到第一次世界大戰(1914-1918)時開始被應用到戰場上，用來偵測潛藏在水底的潛水艇，這些聲納只能被動聽音，屬於被動聲納，或者叫做「水聽器」。

在 1915 年，法國物理學家保羅·朗之萬與俄國電氣工程師 Constantin Chilowski 合作發明了第一部用於偵測潛艇的主動式聲納設備。他們的工作成果仍然影響了未來的聲納設計。

1916 年，加拿大物理學家 Robert Boyle 承攬下一個屬於英國發明研究協會的聲納項目，Robert Boyle 在 1917 年年中製作出了一個用於測試的原始型號主動聲納，由於該項目很快就劃歸反潛/盟軍潛艇偵測調查委員會 (ASDIC) 管轄，此種主動聲納亦被稱英國人稱為「ASDIC」，為區別於 SONAR 的音譯「聲納」，將 ASDIC 翻譯為「潛艇探測器」。

到 1918 年，英國和美國都生產出了成品。1920 年英國在皇家海軍 HMS Antrim 號上測試了他們仍稱為"ASDIC"的聲納設備，1922 年開始投產，1923 年第六驅逐艦支隊裝備了擁有 ASDIC 的艦艇。1924 年在波特蘭成立了一所反潛學校——皇家海軍 Osprey 號 (HMS Osprey)，並且設立了一支有四艘裝備了潛艇探測器的艦艇的訓練艦隊。

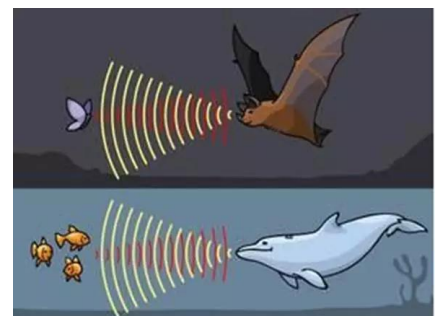
水下聲波的應用構成了聲納學這門學科，「聲納」是在第二次世界大戰(1939-1945)的中後期根據英文中「聲波導航測距」(sound navigation and ranging) 的首字母進行音譯來的，利用水聲聲納學進行各種探測的系統叫做聲納系統。

到了十九世紀三四十年代，美國人開始廣泛研究水聲傳播、噪音、混響和反射理論，並在運用計算機對聲傳播方程的計算以及水下運用發射轉換器將水聲與電能互相轉換的技術方面取得了長足的進步，在很大程度上促進了聲納技術的發展。

3. 聲納的類型

按照聲納工作方式的不同可以分為主動聲納和被動聲納

目前的聲納主要分為兩類，主動聲納和被動聲納，主動聲納應用於搜索和定位上，被動聲納主要應用於對目標距離的測



定和跟蹤等。主動聲納工作時類似雷達，更確切地說像蝙蝠，發出聲波後，接受反射回來的聲信號。

4.聲納的基本結構

通常來說，發射機、換能器、接收機、顯示器和控制器共同組成了聲納系統。

發射機是產生所需電信號的機器，換能器的作用是將發射機產生的電信號轉換成水聲信號向水中發射，水聲信號在水中遇到障礙物會發生反射，被反射的水聲信號以聲納回波的形式返回到水聲器中，水聲器接收到聲波之後將其轉換成電信號，電信號經過各種必要處理和放大處理後，結果會被反饋到控制器中顯示出來，最後根據這些被處理的信息就可以分析出目標障礙物的具體位置及其性質。

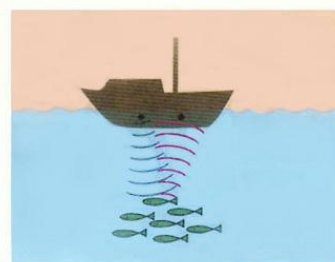
5.聲納的應用範圍

(1)水下探測、探距

聲納作為水下探測和探距用時通常可以分為常規測深儀、底層剖面儀和旁視聲納。通常我們所說的「回聲探測儀」就是常規測深儀，它通過向水下發射脈衝並對其到達海底的時間進行測量進而可以推算出探測物體在水中所處的位置和深度。具有將發射聲波傳入海



利用声纳探测海深

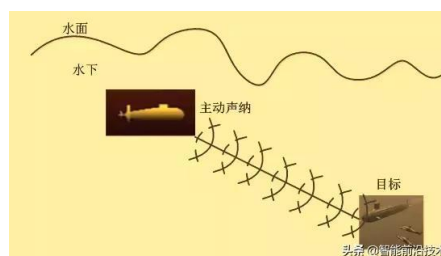


利用声纳探测鱼群

底作用的是「底層剖面儀」，「底層剖面儀」是一種採用低頻大功率脈衝聲源的一種主動聲納，它的主要作用是測量海洋的深度並對海底物質的結構和性質進行檢測測量，對射入介質的入射聲波和反射聲波的形狀、時間、狀態以及性質進行分析和計算，得出海底的反射係數，根據這些係數以及數據可以將海底相應的結構和性質推算出來。「旁視聲納」的作用是對與船隻垂直方向的海底物質進行探測，多用在對海底地圖的繪製方面。

(2)都卜勒測速

聲納還可以在海洋測速的範圍內進行應用，這種聲納測速的原理是將一對指向性換能器傾斜向下的安裝在船隻底部，由海底回波中的都卜勒頻率就可以得知船隻相對於海底的移動速度進而得知船體的海中航速。另外如果將該聲納系統固定在流動的水域中，運用同樣的測量原理可以檢測出海洋中海水流動的方向和速度。



头条@智能船舶技术

(3)漁業管理

聲納系統在漁業管理的方面還存在很高的應用價值，利用聲納系統製作的「探魚器」可

以發現魚群的動向。魚群的所在地和魚群的範圍，利用「探魚器」可以大大提高捕魚的機率和數量。另外利用聲納技術製作成的「助魚聲納設備」可以幫助漁民進行計數、對魚進行引誘、幫助漁民捕魚等。

隨著社會發展的需要和科技手段的進步，各種各樣的聲納設備（如探測魚群、繪製海底地形、船舶導航等）相繼問世。根據是否發射聲波，可將聲納分為主動聲納和被動聲納兩類，其中會產生對海洋生物不利的「噪聲」的，是主動聲納。

美國自然資源保護協會（NRDC）認為，軍事聲納產生的噪聲輕則影響海洋生物的長期行為，重則導致其聽力喪失甚至死亡。研究顯示，聲納與鯨的死亡率之間關聯緊密，由中頻聲納試驗導致的鯨大量擱淺及死亡事件，正在不斷發生。

來源：《科技創新與應用》（2018年第33期）溪流之海洋人生、《科學》（2019-02-09）智能前沿技術

i. what：請簡單說明此應用為何？

ii. when：此應用發生在什麼時候？距單元一的主題時間多久？當時世界上還發生哪些事？

iii. how：聲納是因為有何項重要因素，而被廣泛應用？

iv. why：此發明對後代科技發展或環境有哪些影響？為什麼？

超 音 波

第 10 週

當物體振動時會發出聲音，科學家們將每秒鐘振動的次數稱為頻率，它的單位是赫茲。人類耳朵能聽到的聲波頻率上限為 20000 赫茲。因此，當物體的振動頻率超過上限時，人們便聽不出來了，這樣的聲波稱為”超音波”或”超聲波”。通常用於醫學診斷的超音波頻率為 1~5 兆赫。

人類雖然聽不出超音波，但不少動物卻有此本領。自然界中利用超音波最成功的，首推蝙蝠，它們可以利用超音波“導航”、追捕食物，或避開危險物。大家可能看到過夏天的夜晚有許多蝙蝠在庭院裡來回飛翔，它們為什麼在沒有光亮的情況下飛翔而不會迷失方向呢？原因就是蝙蝠能發出 2~10 萬赫茲的超音波，這好比是一座活動的“雷達站”。蝙蝠正是利用這種“雷達”判斷飛行前方是昆蟲或是障礙物的。

十八世紀的義大利博物學家拉扎羅·史帕蘭扎尼（Lazzaro Spallanzani）每晚在散步時，總對於在夜空中還能靈活飛翔的蝙蝠有著很大的疑惑，究竟是什麼樣的本領，使得牠們可以在漆黑的環境中自由飛來飛去？於是他設計了一系列的實驗想找出答案：第一次是遮住蝙蝠的眼睛，第二次遮住鼻子，第三次則用油漆塗滿蝙蝠的身體，但是在夜裡被他放出籠子的蝙蝠，都仍然可以和之前一樣輕巧地飛行，證明其夜飛能力與眼睛、鼻子或者是皮膚無關。到了第四次，史帕蘭扎尼決定塞住蝙蝠的耳朵，結果被放出籠子的牠們竟然飛得跌跌撞撞，有許多都掉到地面上來了。才知道蝙蝠夜飛的能力竟然是「聽」來的，而這有趣的發現被後世研究聲音的學者認為，史帕蘭扎尼是探索「超音波」的先驅。

十九世紀之後由於壓電效應被發現，各種人類聽不見的聲波被製造出來，讓超音波的研究更上層樓，只是一開始的時候，超音波不是應用在醫療上，而是運用於航海。

因為鐵達尼號沉沒的刺激，在 1915 年，物理學家朗之萬（Paul Langevin）發明了可以發射及接收超音波的探頭，目的在於探測海洋之中的障礙物，使船隻在航行中能夠預先得知冰山的位置；而美國人范森頓（Reginald Fessenden）更建造了第一個超音波系統，號稱可以在兩英哩外就探測到冰山的位置。1920 年之後的二十年，是超音波突飛猛進的年代，兩次世界大戰促使了聲納系統的使用，想找出在海底神出鬼沒的潛水艇；蘇聯科學家索科洛夫（Sokolov）更利用超音波檢測鑄造金屬成品的裂痕。

醫療方面，在研究高功率的超音波實驗裡，科學家偶然發現藉由能量的調整，它產生的高熱能不僅可以止痛，甚至能破壞身體的組織，因此吸引多位知名學者投入研究，企圖將超音波用於治療關節炎、胃潰瘍、白內障、痔瘡，甚至是腦組織的破壞。漫無目的擴張超音波的治療用途，以至於在 1940 年代，「超音波治療」變成是「萬靈丹」的代名詞，但由於這種高能量、高熱能對於人體組織可能有意想不到的後遺症，各國政府開始介入管控超音波的治療項目，然此舉反而促使超音波在診斷功能的蓬勃發展。

超音波掃描術在 60 年代末期達到實用的階段。而且在以後的十多年中，仍保持快

速的進步。如今超音波檢查已成為現代醫學診斷不可缺少的工具。各種型態的超音波發明，讓醫學很多領域都要靠它診斷，甚至有所謂 3D、4D 超音波，給予醫生立體而即時的影像。超音波檢查是利用超高頻率的聲波穿過人體，藉不同組織對聲波的反射程度不同，收集這些反射波後，經由電腦的精密計算，呈現出體內組織的構造，供醫師判斷正常或及異常。

醫學超音波檢查是一種應用超音波的醫學影像診斷技術，使肌肉和內臟器官等軟組織可視化，包括其尺寸、結構和病理學病灶。典型的診斷超音波掃描操作採用的頻率範圍為 2 百萬至 13 百萬赫。

在很多國家可以透過醫學超音波檢查來取得胎兒的影像。超音波被認為對母親和胎兒都無害。醫生會拿著探測器並移動它橫越母親的腹部。超音波的波傳送到腹部。在腹部裡，胎兒表面將這些超音波反射出來。反射出來的超音波波再由探測器接收，並傳送到一部能產生影像的機器（如圖所示）。



目前超音波檢查應用還包括：

1. 腹部超音波：主要是檢查上腹部的肝臟、膽囊、部分胰臟、脾臟、腎臟等器官。
2. 乳房超音波：檢查乳房是否有纖維囊腫、腫瘤或其他異常病變。
3. 婦科超音波：又稱女性骨盆腔超音波，可檢查子宮、卵巢等器官。
4. 頸動脈超音波：檢查兩邊頸動脈血管壁的表面及其內部是否有硬化出現，可評估流入腦內的主要血管狀況，並了解血管病變的程度。由於血管硬化是造成中風(腦血管阻塞)的主要病因，所以頸動脈超音波是腦中風預防上健康檢查的重要項目。
5. 心臟超音波檢查：可進行心臟結構和功能的評估，瞭解心臟的大小、收縮情形，判斷心臟瓣膜活動的情況。
6. 攝護腺超音波檢查：測量攝護腺的大小和形狀，以及是否有攝護腺癌等。

但超音波無法穿透骨骼及空氣，因此對骨骼內病變以及內含空氣的消化道（胃以及大腸小腸）以及呼吸道（肺及氣管等）較難檢查。此外，對肥胖的人而言，因脂肪會使超音波強度衰減，因此深層器官組織較不易看清楚。

一、WHAT：請問本文中提到超音波在人類的生活上有哪些應用？

二、WHEN：超音波應用在醫療的時間為何?距離發現聲音是物體振動經由空氣傳播而成時間多久?

三、HOW：醫療上使用超音波進行檢查其原理是如何運作的?

四、WHY：想一想超音波還能有什麼應用?

參考資料

一、超音波原理及應用相關簡介

<https://unclegene6666.pixnet.net/blog/post/326169031-%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E5%8E%9F%E7%90%86%E5%8F%8A%E6%87%89%E7%94%A8%E7%9B%B8%E9%97%9C%E7%B0%A1%E4%BB%8B>

二、台中榮民總醫院超音波檢查

<https://dsfgweea6.pixnet.net/blog/post/221792334-%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%8E%9F%E7%90%86>

三、簡介超聲波掃描術及其醫學上的應用

<http://resource.blsh.tp.edu.tw/science-i/content/1982/00110155/0004.htm#%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E6%8E%83%E6%8F%8F%E8%A1%93%E7%99%BC%E5%B1%95%E7%B0%A1%E5%8F%B2>

四、夜婆傳奇－《暗黑醫療史》 <https://pansci.asia/archives/89423>

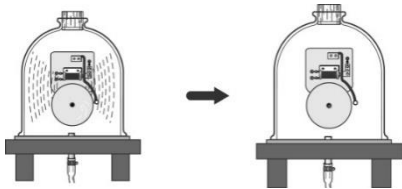
偉大的航道

第 11 週

魯夫一行人在梅利號上朝偉大的航道前進時...



1. 船醫喬巴想要來跳舞將一臺音響對著前方島上的陡峭山壁播放，過了 9 秒後聽到回聲，若已知此時聲波的聲速為 340 公尺/秒，則音響與山壁距離多遠？_____



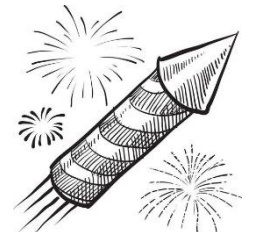
2. 船上的騙人布此時正在研究與發明東西，他將一電鈴放在抽氣機的玻璃罩內，通電後，鈴鎚敲擊而發出聲音，若將鐘罩內的空氣漸次抽出時，其聲音的變化為何？_____

3. 在小空間廚房裡做菜的大廚香吉士正在跟外面空曠甲板上曬日光浴的娜美講話，有關聲音的現象及應用，何者敘述錯誤？_____
- (A)在空曠的甲板上說話時回聲不明顯
(B)利用雙手圍在嘴巴旁講話可將聲波傳得比較遠，這是利用反射現象 (C)在船上小空間廚房裡說話，沒有聽見回聲，因為空間太小所以沒有產生聲音反射的緣故
(D)原聲和回聲的頻率及速度相同。



4. 後來梅利號以 20 公尺/秒等速駛向前方島上的陡峭山崖壁，並且鳴放汽笛，過 5 秒後才聽到崖壁傳來的回聲，試求此刻梅利號收到汽笛回聲處與崖壁之間的距離？_____
5. 梅利號船在海面上，索隆以聲納偵測魚群抓魚當今日晚餐，0.6 秒後收到回聲，則魚群與梅利號船的距離約為多少公尺？_____
- (聲音在海水中的速率約為 1500 公尺/秒)

6. 晚上他們停在大海中觀看遠方陸地正在慶祝的煙火時，看到亮光後，魯夫發現過了 32 秒鐘才聽到爆炸聲。已知聲音和光在空氣中的傳播速率分別為 340 公尺/秒和 30 萬公里/秒，則煙火爆炸的地點與魯夫一行人的距離約為多少公尺？



科學動手做-手機紙箱音響

第 12 週

1. 現下人人都有手機，但在不同場合需要搭配音樂時，就需要一個擴音器，很流行的手機喇叭擴音器，動輒一個就要上千元新台幣，而網路上有很多紙杯喇叭有些只需要兩個紙杯和一個衛生紙滾筒就可以製成，衛生紙捲筒當成基座，兩個紙杯置於兩旁當作擴音器！不妨也一起來動手做看看吧。

影片連結★DIY★免插電擴音喇叭這樣做

<https://www.youtube.com/watch?v=kIXJA6YQz00>

2. 步驟分解圖



i. what：請簡單說明此器材應用概念為何？

ii. how：請簡單說明應用此器材聲音有何變化？

看影片學聲音

第 13 週

一、認識聲納 https://www.youtube.com/watch?v=V3R_5124eZ0

(一) 聲納圖上的不同顏色代表何種義意？

(二) 魚在聲納圖上的形狀為何？

二、聽嚙的超音波 (5'20"-21'20") https://www.youtube.com/watch?v=7ocoYNQ_wCg

(一) 請問超音波在日常生活中有哪些應用？

(二) 你也是科學創意王：請你也用超音波偵測的原理設計出可以幫助生活的新發明。
(口頭說明)

三、人體回聲定位 (0'0"-4'20") <https://www.youtube.com/watch?v=mGPxHX7JTrE>

(一) 請說明影片中的主要內容為何？

(二) 請說明若要完成盲少年的回聲定位，你認為需要哪些條件？

安東萬·拉瓦節
Antoine Lavoisier



安東萬·拉瓦節

出生 1743 年 8 月 26 日
🇫🇷 [法蘭西王國巴黎](#)

逝世 1794 年 5 月 8 日 (50 歲)
🇫🇷 [法國巴黎](#)

安東萬·羅倫·德·拉瓦節（法語：**Antoine-Laurent de Lavoisier**，1743 年 8 月 26 日－1794 年 5 月 8 日），[法國貴族](#)，著名[化學家](#)、[生物學家](#)^[1]，被後世尊稱為「近代化學之父」^[2]。他使化學從定性轉為定量，給出了氧與氫的命名，^{[3]:48[4]:229}並且預測了矽的存在。他幫助建立了公制。拉瓦節提出了「元素」的定義，按照這定義，於 1789 年發表第一個現代化學元素列表，列出 33 種元素，其中包括光與熱和一些當時被認為是元素的化合物。^{[4]:636-637}拉瓦節的貢獻促使 18 世紀的化學更加物理及數學化^[5]。他提出規範的化學命名法，撰寫了第一部真正現代化學教科書《化學基本論述》。他倡導並改進定量分析方法並用其驗證了質量守恆定律。他創立氧化說以解釋燃燒等實驗現象，指出動物的呼吸實質上是緩慢氧化。這些劃時代貢獻使得他成為歷史上最偉大的化學家之一。

拉瓦節曾任稅務官，因此他有充足的資金進行科學研究。不幸在法國大革命中被送上斷頭台而死。

早年生活與研究

安東萬·拉瓦節出生在法國巴黎一個律師家庭，家人想要他成為一名律師，但是他本人卻對自然科學更感興趣。1776年至1783年他作為地理學家蓋塔的助手，進行採集法國礦產、繪製第一份法國地圖的工作^[7]。在考察礦產過程中，他研究了生石膏與熟石膏之間的轉變，1768年，年僅25歲的拉瓦節成為法蘭西科學院院士。

1770年有一派學者堅持波以耳已經否定的四元素說，認為水長時間加熱會生成土類物質。為了搞清這個問題，拉瓦節將蒸餾水密封加熱了543天，發現的確有微量固體出現。他使用天平進行測量，發現容器質量的減少正等於產生固體物的質量，而水質量沒有變化，從而駁斥了這一觀點。

氧化學說

1782年秋天開始拉瓦節對硫、錫和鉛在空氣中燃燒的現象進行研究。

(1)為了確定空氣是否參加反應，他設計了著名的鐘罩實驗。通過這一實驗，可以測量反應前後氣體體積的變化，得到參與反應的氣體體積。

(2)他還將鉛在真空密封容器中加熱，發現質量不變，加熱後打開容器，發現質量迅速增加。

1775年路易十六宣布將火藥工業國有化，拉瓦節被派往巴黎軍火庫進行國有化工作，在他的努力下，法國的槍械的火力迅速提高。工作之餘他建立了自己的實驗室，繼續進行燃燒研究。他直接加熱氧化汞，發現一種性質類似於平常的空氣的氣體產生。這種氣體可以支持燃燒與呼吸，並且與一氧化氮混合後體積減小。1778年的《酸性概論》^[10]中，他正式闡釋了自己的氧化說。認為燃燒是物質和空氣中約占五分之一的氧氣反應的結果。

拉瓦節的第一篇化學論文是關於石膏成分的研究。他用硫酸和石灰合成了石膏。當他加熱石膏時放出了水蒸氣。拉瓦節用天平仔細測定了不同溫度下石膏失去水蒸氣的質量。從此，他的老師魯伊勒就開始使用“結晶水”這個名詞了。這次成功使拉瓦節開始經常使用天平，並總結出了質量守恆定律。

隨後，拉瓦節開始關注普里斯特里關於血液在氧氣保持紅色而在二氧化碳中變黑的描述，認為動物的呼吸作用可能也是一種氧化過程。他和拉普拉斯共同進行研究，他們使用豚鼠進行實驗，通過測量冰盒中冰塊的融化得出呼吸放出的熱量，同時測量幾內亞鼠呼出的二氧化碳。另一方面他們燃燒可以生成同樣二氧化碳的木炭，測量其放出的熱量。發現兩者有一定類似關係，從而初步得出了動物的呼吸作用實質上是緩慢的氧化過程的結論。

新理論的傳播與統一度量衡

1787年之後拉瓦節社會職務漸重，用於科學研究時間較少。主要進行化學命名法改革，自己研究成果的總結和新理論的傳播工作。他先與貝托萊等人合作，設計了一套簡潔的化學命名法。1787年他在《化學命名法》中正式提出這一命名系統，目的是使不同語言背景的

化學家可以彼此交流，其中的很多原則加上後來柏濟力阿斯的符號系統，形成了至今沿用的化學命名體系。接下來，他總結了自己的大量的定量試驗，證實了質量守恆定律^[1]。質量守恆定律成爲他的信念，成爲他進行定量實驗、思維和計算的基礎。例如他曾經應用這一思想，把糖轉變爲酒精的發酵過程表示爲下面的等式：

葡萄糖 == 碳酸 (CO₂) + 酒精

這正是現代化學方程式的雛形。用等號而不用箭頭表示變化過程，表明了他守恆的思想。

基於氧化說和質量守恆定律，1789 年拉瓦節發表了《化學基礎論》這部集他的觀點之大成的教科書，在這部書里拉瓦節定義了元素的概念，並對當時常見的化學物質進行了分類，總結出三十三種元素（儘管一些實際上是化合物）。

1. 簡單物質，普遍存在於動物、植物、礦物界，可以看作是物質元素：光、熱、氧、氮、氫。
2. 簡單的非金屬物質，其氧化物爲酸：硫、磷、碳、鹽酸素、氟酸素、硼酸素。
3. 簡單的金屬物質，被氧化後生成可以中和酸的鹽基：銻、銀、鈹、鈷、銅、錫、鐵、錳、汞、鉬、鎳、金、鉑、鉛、鎢、鋅。
4. 簡單物質，能成鹽的土質：石灰、鎂土、鋇土、鋁土、矽土。

使得當時零碎的化學知識逐漸清晰化。這部書也因此與波以耳的《懷疑派的化學家》一樣，被列入化學史上劃時代的作品。到 1795 年左右，歐洲大陸已經基本全部接受拉瓦節的理論。

法蘭西科學院常會由政府資助，給予科學家薪水同時要求完成某些任務。由於拉瓦節的很強的工作能力，他參與了很多這種任務並負責起草報告。其中影響很大是統一法國的度量衡。1790 年法蘭西科學院組織委員會負責制定新度量衡系統，人員有拉瓦節、孔多塞、拉格朗日和蒙日等。1791 年拉瓦節起草了報告，主張採取地球極點到赤道的距離的一千萬分之一爲標準（約等於 1 米）建立米制系統。接著科學院指定拉瓦節負責質量標準的制定。經過測定，拉瓦節提出質量標準採用千克，定密度最大時的一立方分米水的質量爲一千克。這種系統儘管當時受到了很大阻力，但是今天已經被世界通用。

社會活動及處死

1768 年拉瓦節加入法國由國王直接管轄的稅務機關。當時的法律規定，如果稅務官收的稅除去交給國王的還有剩餘，那麼就由他自己支配，因此很多稅務官不用工作也有大筆的收入。這使得很多納稅人特別是農民對稅務官印象極差。拉瓦節本人也收入頗豐，他將大部分收入用於購買和製造儀器。他倡議鹽稅改革，修築城牆以打擊走私。甚至在自己的農場進行農業化學實驗，希望可以通過提高產量來抵消高稅收的影響。但是他最終受累於稅務官這一身份。

1780 年青年科學家馬拉向法蘭西科學院提交了一篇關於新燃燒理論的論文，希望可以加入學院，拉瓦節作爲學院裡最有影響力的人物之一，對這篇論文評價很低。法國大革命爆發後，雅各賓派掌權，已經成爲雅各賓派領導人的馬拉寫小冊子抨擊原來的稅務官，其中指責拉瓦節爲了防止走私所修築的城牆污染巴黎空氣，向菸草上灑水增加重量，盤剝百姓。

而實際上拉瓦節是為了防止菸草乾燥才要求灑水，並且在灑水之前要稱重，所有交易以乾重為標準。

1794 年拉瓦節被捕，5 月 8 日被定罪，而且在當天與其他 27 個稅務官一起遭到斷頭台處死。法國大革命結束後他被重新認定為無罪。

拉瓦節死後，拉格朗日惋惜道：「他們只一瞬間就砍下了這顆頭，但再過一百年也找不到像他那樣傑出的腦袋了。」所幸拿破崙當政後非常注重科學的研究，尊重科學家，建立了巴黎綜合理工學院，拉普拉斯、拉格朗日、克勞德·貝托萊等人都得到了很好的研究條件，法國的科學研究才並未停滯。

請回答以下問題：

1. 明代民族英雄于謙的石灰吟：“千錘萬擊出深山，烈火焚燒若等閒，粉身碎骨渾不怕，要留清白在人間”，這四句詩所描寫的物質依次是？(A)·石灰石、熟石灰、生石灰、碳酸鈣(B)·石灰石、生石灰、熟石灰、碳酸鈣(C)·碳酸鈣、生石灰、熟石灰、石灰石(D)·生石灰、熟石灰、石灰石、碳酸鈣。

2. 發生高山症，呈現血液鹼中毒的現象，其原因最可能為和？(A)過度換氣，造成肺內氧分壓過低 (B) 過度換氣，造成肺內氧分壓大增 (C) 過度換氣，體內二氧化碳存留過多 (D) 過度換氣，將大量二氧化碳排出體外

1768 年拉瓦節加入法國由國王直接管轄的稅務機關 (Fermi)。當時的法律規定，如果稅務官收的稅除去交給國王的還有剩餘，那麼就由他自己支配，因此很多稅務官不用工作也有大筆的收入。請問：

3. 納稅是何法規定的人民基本義務？(A)民法 (B)刑法 (C)憲法 (D)財政收支劃分法
4. 納稅義務人如對於地方稅稽徵機關核定稅捐之行政處分（如：繳款書、罰鍰…等）不服，得提出異議，請求國家救濟並予公平處置。此為(A)民事救濟 (B)刑事救濟 (C)行政救濟 (D)社會救濟。

異軍突起的分子說

第 16 週

1803 年道耳吞提出原子說，解釋了許多科學家實驗出來的定律，成為當時科學主流學說。尤其在化學變化以及質量關係的解釋上，幾乎到達真理一般的存在。但是，當原子說碰上氣體時，矛盾就會開始出現，而且原子說無法得出物質真實的組成比例。

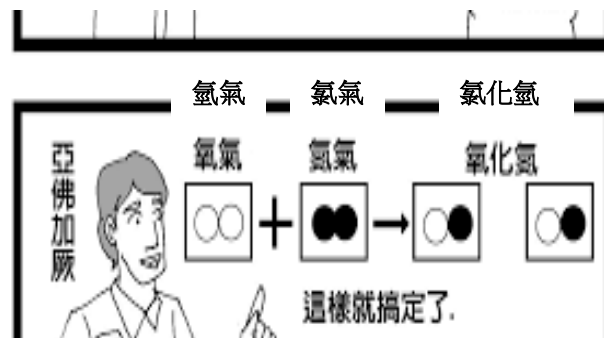
1808 年給呂薩克發表對氣體方面的研究，提出「同溫同壓下，同體積的氣體中所含的原子數相同」。但此假說受到道耳吞嚴厲的批評，因若給呂薩克的假設成立，原子說就會出現有半個原子存在的狀況。

給呂薩克實驗發現，一體積的氫和一體積的氯反應會生成兩體積的氯化氫。若給呂薩克的假設正確，會變成半顆氫與半顆氯反應成一顆氯化氫，這樣才會有兩體積氯化氫的結論，很明顯違背道耳吞原子說裡的原子不可分割的特性。



亞佛加厥，生於義大利北部的法律世家，最喜歡的科目卻是物理學。1811 年亞佛加厥提出「在同溫、同壓下，同體積的氣體擁有相同的“分子”數量」。以分子的觀點來看，雖然氣體體積增加，但每一單位體積中的分子數量並沒有改變(亞佛加厥假說)，因此可簡單的解釋給呂薩克的實驗和道耳吞的原子說。」

原子說認為所有的氣體都是一顆一顆的原子組成，而亞佛加厥提出的分子就是複數個原子的組合，例如，一體積的氫和一體積的氯反應會生成兩體積的氯化氫，如果氫氣是兩顆氫原子的組合，稱為氫分子；氯氣也是兩顆氯原子的組合，稱為氯分子，可解釋為何得到的氯化氫分子是兩體積，且得知氯化氫是由一個氫原子加一個氯原子的組合！



分子的概念將原子說和氣體之間進行了完美的結合，甚至是把矛盾完全消除。可惜當時不被科學界接受。就在亞佛加厥發表分子說的一百年後，科學家也證明了相同元素的原子是可以以雙原子分子甚至多原子分子的方式存在的。

研究科學時要將真實世界描繪成可以理解的模型，而這些模型必須建立在真實的世界(正確的實驗)上，驗證需要很長的時間，但時間終將會證明會給出最公正的答案，只要相信的同時保持懷疑，不斷的去驗證，最後真正的答案終將會水落石出。

本文摘自—情境科學教材 自然備課就來

「LIS—分子說-亞佛加厥—物質的基本結構」2018.08.27

※可以參考情境科學教材【自然系列-化學 | 物質探索 06】

(分子概念的出現)傷心酒吧的分子科學家影片

請根據以上文章和影片，回答下列問題：

- 1、請問文章的主角是誰？(A)道耳吞(B)給呂薩克(C)亞佛加厥(D)湯木生。
- 2、文章主要是在講什麼科學發現、原理或假說？
(A)原子說(B)分子說(C)氣體反應體積定律(D)原子模型。
- 3、其內容為何？
(A)在同溫、同壓下，同體積的氣體擁有相同的“分子”數量
(B)物質是由最小不可被分割的原子組成
(C)同溫同壓下，氣體反應時體積會成簡單整數比
(D)原子內有帶負電的電子。
- 4、此假說可完美消除「原子說」與何種狀態物質反應體積關係的矛盾？
(A)固態(B)液態(C)氣態(D)電漿狀態。
- 5、請結合以下概念，將氫氣+氧氣→水蒸氣 建構模型
(1) 道耳吞原子說
(2) 兩體積的氫氣加一體積的氧氣燃燒可以生成兩體積的水蒸氣
(3) 同溫同壓下，同體積的氣體中所含的分子數相同
○ 代表氫原子 ● 代表氧原子



- 6、承 5 由水蒸氣構造模型可以推得
水分子是由()個氫原子和()個氧原子組合而成。

道耳吞

第 17 週

國籍：英國 星座：處女座 出身：窮苦紡織工之子
缺陷：色盲 婚姻：終生未婚 優點：為科學事業奉獻了自己的一切
成就：發現色盲症、發現了原子 頭銜：近代化學之父

生存年代相關的科學事蹟：

俄國科學家米哈伊爾·瓦西里耶維奇·羅蒙諾索夫在 1756 年藉由實驗發現了質量守恆定律。

求學經歷：

道耳吞於 1766 年出生在英國昆布蘭的依格佛，他 6 歲起在村裡教會辦的小學讀書。剛讀完小學，就因家境困難而輟學，但是他熱愛讀書，在農活的閒暇之餘還堅持自學。他的勤奮好學的態度得到村裡一個叫魯賓遜的親戚的讚賞。魯賓遜主動地利用晚上時間來教他數學和物理。到了 15 歲時，道耳吞的學識已有很大提高，於是他離家來到附近的肯達耳鎮上，在他表兄任校長的教會學校裡擔任助理教師。在這所學校裡，他仍然堅持一邊努力工作，一邊發憤讀書，無論是數學、自然科學，還是哲學、文學的書籍，他都廣泛涉獵。據說在這所學校的 12 年中他讀的書比以後 50 年的還多，正是這種勤奮學習為他當時的教學和以後的科學研究奠定了堅實的基礎。除此之外，道耳吞亦同時主動登門拜約翰·豪夫的盲人學者為師，跟他學習數學、哲學和拉丁文、希臘語。1793 年，道耳吞經豪夫推薦，來到了曼徹斯特，受聘於一所新學院擔任數學和物理學講師。後來他就從這裡開始有系統地學習化學知識。

求學態度：

道耳吞在學習過程中，表現出極渴望得到新知的慾望。他在上小學時，每當遇到較難的計算題，他一定堅持要把難題解出。因此當同學們都放學回家了，他卻常常端坐在教室裡，埋頭解題。在魯賓遜的影響下，他很早就開始進行氣象觀測。在肯達耳時，又經豪夫的指導使他開始記錄氣象日記。道耳吞從 21 歲開始記錄氣象日記，堅他持了整整 57 年，直到臨終的前一天，還記下了一段氣象觀察。就是這股渴望得到新知的學習態度，使他攻下了一個又一個的學習難關，而虛心地求教和不倦地自學亦使道耳吞成為一位知識淵博的學者。

學術貢獻：

道耳吞最初致力於研究氣象學，從 1787 年開始一直到過世，每天不間斷地記錄他所居住湖區附近的氣候變化，共有 200,000 個保留下來的觀測數據，並於 1793 年發表第一篇科學作品--「氣象測驗和評論」。他是第一個確認雨的形成，是由於氣溫的降低，而不是大氣壓力的變化，同時也發現水在 5.83°C 時密度最大（後來證明是 3.93°C）。由於對氣象的興趣，使道耳吞對氣體和水的性質也有獨到的見解，1801 年，他發現混合氣體的總壓力，和各成分氣體在同溫同一容器下的壓力總和相等，因而提出著名的分壓定律。道耳吞在化學上的最偉大貢獻，是在 1808 年提出的「原子說」。他認為原子是構成物質的

最小單位。同一種元素由同種類、具有同質量的原子所構成。化學變化的過程中，不會改變原子的性質及個數，此項學說更支持先前所提出的定比定律及質量守恆定律。除此之外，他的許多研究及著作都收集在「化學原理的新體系」一書中。道爾吞終生未婚，他熱情地追求新的知識和解答科學上的各類問題，因此，他除了是皇家學會的會員之外，1826年還獲得該學會的金質獎章。1844年7月27日於曼徹斯特逝世，死時超過40,000人到該地向他致敬。

道爾吞一些特別的事蹟：

自學成才：道爾吞沒正式上過學，他十歲時只接受了一些數學的啟蒙教育，就敢在兩年後擔任教師，十五歲時跟著一位盲人哲學家學習外文、數學和哲學，過了十年又成了教授。

人造鬧鐘：道爾吞在肯德爾一所學校任教期間，每天早上六點都會準時開窗測溫，結果對面一個家庭主婦將道爾吞當成了人造鬧鐘，道爾吞一開窗，她也起床做早飯，兩人「默契配合」了幾十年。

解剖眼球：道爾吞是色盲，他希望自己死後眼球能被解剖，以查出色盲的真正原因。他本以為是自己的眼睛出了問題，但科學家發現他的眼球正常，只是缺乏對綠色敏感的色素。

繼波以耳提出化學元素論後，拉瓦錫又補充說明元素是不能用任何已知方法分裂成其他物質的一種物質。在二人之後，道爾吞就經常萌發出一個疑問：難道元素真的就是化學界的最小單位了嗎？可是，有些物質就是由單一元素構成的，不還是能被人們所看到嗎？既然能被肉眼識別到，那還算什麼最小的單位呢？道爾吞百思不得其解，他就想動手做一個實驗來解決這個問題，可是這更加增了他的苦惱：他竟然不知道該選擇什麼實驗好！

最終，道爾吞決定了氣體做實驗，因為氣體是組織鬆散，同時又最活躍的物質。他選取了兩種純淨的氣體，封閉在玻璃試管內，然後分別測試兩個試管氣體的壓力，隨後他將兩種氣體混合，發現試管內的壓力確實增加了。但是，由這兩種氣體組合成的空氣的壓力，等於兩種氣體各自的壓力之和。簡單來說，就是我們生活的大氣裡有很多不同的氣體，這些氣體互不干擾，維持著自身的性質，也就是說沒有發生化學變化，那麼組成各種氣體的最小粒子是以什麼形式組合在一起的呢？道爾吞再次陷入痛苦的思索中。

有一天，他正在屋外散步，忽然看到幾個孩子圍著一個盆子在玩水。孩子們用一根長長的吸管插入水中，開始往盆裡吹氣。於是試管就開始往水裡噴出一個又一個小氣泡，這些小氣泡雖然互相貼合在一起，卻互不影響，儘管數量越來越多，卻始終能共生。

道爾吞頓時大叫一聲：「有了！」他立刻發揮想像力，將組成物質的最小粒子描繪成一個一個非常小的球狀體，並稱之為「原子」。隨後，他又出版了一本名為「化學原理的新體系」的書，對自己的原子理論進行了詳細闡述，並成功地說服了人們。從此，原子論成為一門新興學科，道爾吞也因此成為引領化學界走向新時代的一位奇人。

道爾吞的原子論是由古希臘的樸素原子說和牛頓的微粒說演化而來的，它的主要觀點如下：

1.化學元素由原子構成。

2. 原子是化學變化中不可再分的最小單位。
3. 同種元素的原子性質和品質相同，反之則各不相同，原子品質是元素的基本特徵之一。
4. 發生化學反應時，原子以簡單整數比結合。

根據道爾吞的科學史以及後來的發展，我們總結如下：

一、早期的原子說

古代希臘哲學家留基伯 (Leucippus) 和他的學生德謨克利特 (Democritus, 公元前460—370年) 認為物質是由不可分割的原子 (atom, 希臘文原意就是「不可分割」) 所組成。原子是堅硬的，有一定的形狀和大小；他們並認為原子是永恆存在的，不能產生也不會消失，可經由結合、分離再重新組合而形成各種物質。

二、道耳吞的原子說

到了十九世紀初，英國科學家道耳吞 (John Dalton, 1766-1844) 根據一些實驗的結果，提出了原子說。

1. 一切物質都是由稱為原子的微小粒子所組成，這種粒子不能再分割。
2. 相同元素的原子，其原子質量與原子大小均相同；不同元素的原子，其原子質量與原子大小均不同。
3. 化合物是由不同種類的原子以固定的比例組成的。

例：水就是由氫與氧二種不同原子構成的化合物。

4. 所謂化學反應，是原子間以新的方式重新結合成另一種物質，在反應的過程中，原子不會改變它的質量或大小，也不會產生新的原子，或使任何一個原子消失。

【註】道耳吞提到一切的物質都是由原子組成的。然而，根據後來的研究結果顯示，許多物質是以分子的型態存在。

◆原子、分子與物質

1. 分子：由一個或數個原子組成的，具有物質特性的粒子，稱為分子。

(1) 各種物質就是由分子聚集而成的。

(2) 元素的分子乃相同原子構成，氣體元素的分子可能含有1個、2個或多個原子。

例1：稀有氣體氦、氖、氬、氪、氙、氡等的分子僅有1個原子。

例2：氫、氧、氮、氯、溴、碘等的分子均含2個原子。

例3：硫 (S₈)、磷 (P₄) 等的分子則含有多個原子。

(3) 化合物如二氧化碳其分子則是由二個氧原子與一個碳原子組成的。

2. 分子可再分為原子，但原子就不能再分了。

三、根據道耳吞的原子說解釋質量守恆定律

1. 氫氣在氧氣中燃燒會產生水：氣球內部若灌滿了氫氣，這種氣球在空氣中會往上升，但是如果不慎讓這種氣球接觸到火焰或火花，則氫將與空氣中的氧迅速反應而產生水，這個反應會引起劇烈爆炸。

2.以模型來說明氫氣燃燒產生水的化學反應：

(1) 氫通常以氫分子的形態存在，每個氫分子是由兩個氫原子組成的。首先，我們以小球代表氫原子，因為氫是元素，氫氣中只有一種氫原子。同樣的道理，兩個氧原子組成一個氧分子。

(2) 由於氧與氫是不同的元素，所以氧原子與氫原子並不相同，氧原子比氫原子大而且重，可以用大球表示。

(3) 發生化學反應時，原子重新組合，形成新的分子，但是原有的原子不會消失，也不會產生新原子。

(4) 反應後的產物—水分子，含有由氫原子與氧原子兩種不同的原子，所以水是化合物。

3.根據原子說解釋質量守恆定律：依道耳吞原子說的觀念，當物質發生化學變化時，變化前後的原子只有重新組合成新的物質，原子不消失，不改變質量，也不會有新原子產生，所以反應前後，原子的總質量不變，也就是說反應前反應物的總質量與反應後產物的總質量恒相等。

【註】經由以上說明，你是否覺得化學反應與我們小時候玩積木的情形相似？我們可以把排好的積木推倒了重新排列，重新排列後的積木雖然整體外觀與原來不同，但積木的總數目與總體積則與原來相同。

跟原子說有關的定律：

定比定律、分壓定律和倍比定律

1799年，法國科學家約瑟夫·路易·普魯斯特（Joseph Louis Proust, 1754-1826）提出了「定比定律」（law of definite proportions），定比定律的內容是：

化合物的組成元素的質量比為定值。

英國科學家約翰·道爾頓（John Dalton, 1766-1844）（見圖一）在十九世紀初（1801年）發表了「分壓定律」（law of partial pressures）：

氣體混合物的總壓力等於組成氣體的分壓的和。

1804年，他又發表了「倍比定律」（law of multiple proportions），倍比定律的內容是：如果兩元素可以形成不只一種化合物，化合物中相對於等重的第一種元素，另一種元素的質量成簡單整數比。

問題：

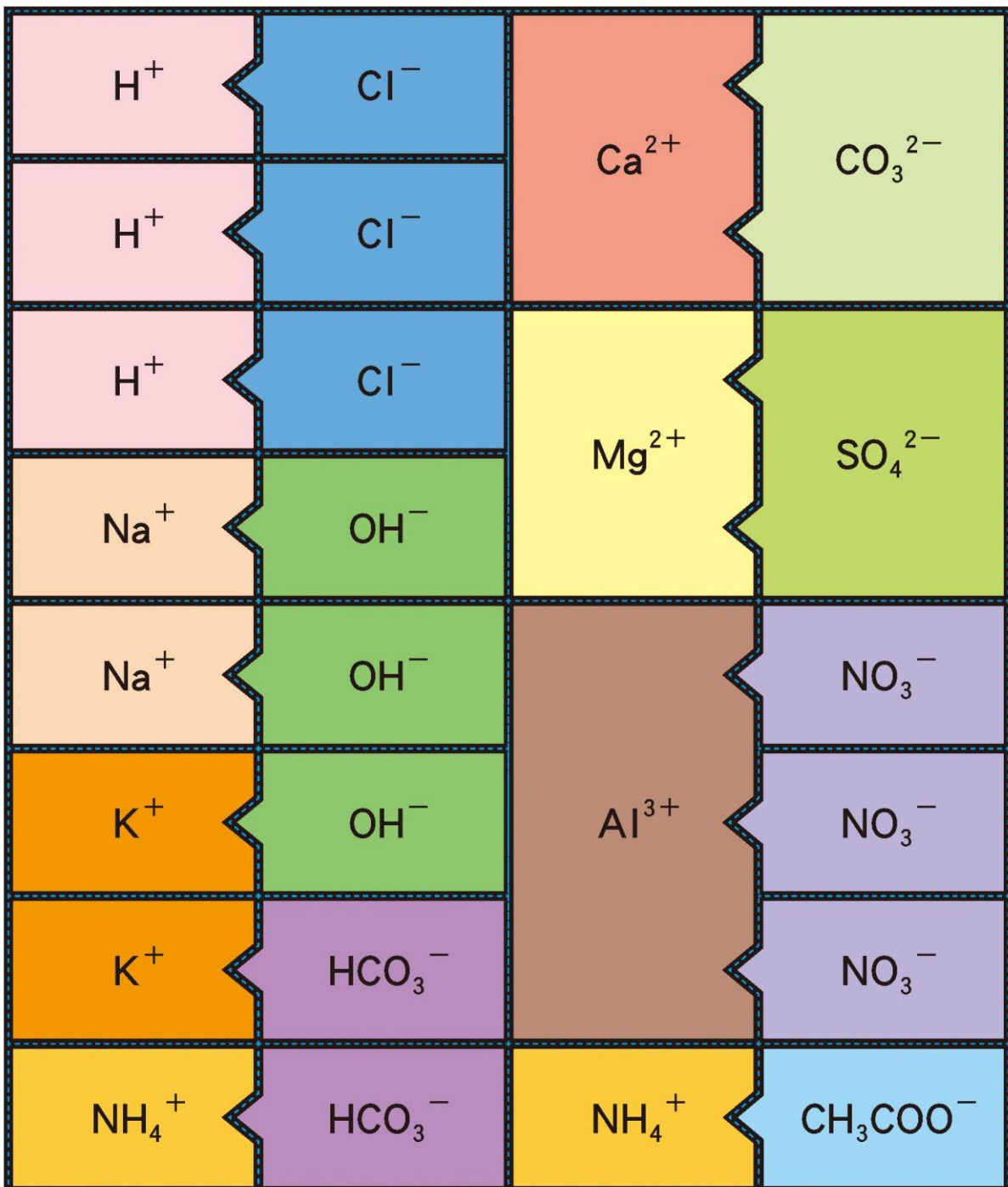
1. 道爾吞根據一些實驗的結果，提出了原子說。請問他是以氣體、液體、固體來做為實驗材料？理由？
2. 道爾吞是不是最早提出原子概念的科學家？
3. 先有原子不滅定律還是先有質量守恆定律？
4. 道爾吞的原子說是由那兩個學說演化而來？
5. 道爾吞提出原子說之前有那些定律已經提出且跟原子說相關？

離子模型圖卡操作

第18週

操作說明

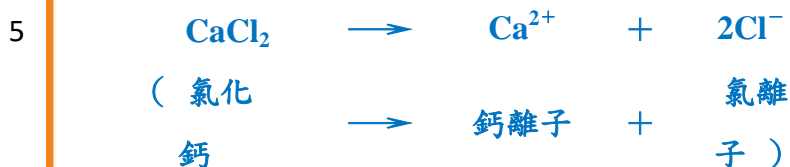
1. 請依虛線剪下離子圖卡。
2. 離子圖卡中凹下的三角形代表該離子帶1個正電荷，凸出的三角形代表該離子帶1個負電荷。例如鎂離子(Mg^{2+})圖卡中有2個凹下的三角形，代表帶2個正電荷。
3. 配合如下附件所述，利用離子模型圖卡，組合出該電解質的化學式，組合時，凹、凸三角形的數量需一致，才能化合出電解質。
4. 亦可各選擇一種正、負離子，組合出其他電解質，例如氯化鎂 ($MgCl_2$) 等。



3

電解質水溶液中，所有正離子所帶的總電量等於負離子所帶的總電量，因此溶液呈電中性。

例如氯化鈣溶於水時，會同時解離出 1 個鈣離子 (Ca^{2+}) 及 2 個氯離子 (Cl^-)，可用下列反應式表示：



由於每個鈣離子帶 2 個正電荷，每個氯離子帶 1 個負電荷，且氯離子數量為鈣離子的兩倍，因此在溶液中所有正離子所帶的總電量，與負離子所帶的總電量相等，氯化鈣水溶液仍是電中性(圖 3-11)。



▲圖 1 氯化鈣 (CaCl_2) 在水中解離後，正、負離子所帶的總電量相等，溶液呈電中性。

例題

參考下表，並配合活動紀錄簿附件 3「離子模型圖卡」，利用電解質解離時須符合電中性的原理，寫出下列物質的化學式：

正離子	K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 NH_4^+
負離子	Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CH_3COO^- 、 CO_3^{2-}

(1)氯化鉀：_____ (2)硫酸鎂：_____

(3)碳酸銨：_____ (4)硝酸鋁：_____

看影片認識原子說

第 19 週

一、(原子說的出現)道聽塗說，不如聽道耳吞圖解原子說 (9'34")

<https://www.youtube.com/watch?v=MOoWYXKaZmc&feature=youtu.be>

學習單

(一) 看完影片，你知道...

1. 影片中出生貧窮的科學家是()，他認真學習讓他遇到了貴人()教授，並教他大量的()知識，奠定了他在科學上深厚的基礎。
2. 因此這位大氣研究的科學家產生了以下的問題。(請填入有關影片的資訊)

科學家的疑惑	尋找答案	科學家發現	思考與推演
<ul style="list-style-type: none"> 為什麼不同的()可以均勻混和呢? 	<ul style="list-style-type: none"> 他看完所有科學家的假設。 	<ul style="list-style-type: none"> 物質是由許多微小的()組成的。 如果氣體是()。 	<ul style="list-style-type: none"> 西元1803年，()發表()說。

1. ()是物質最小的單位，是不能再分割的。
2. 同元素原子有相同的()和()，不同元素原子則否。
3. 單原子可以組成好幾顆原子一組的()。
4. 化學反應是指()重新排列的過程。



(二) 想想看

1. 世界上這麼多元素，影片中科學家是用原子的()來區分，簡稱為()。
2. 道爾吞提出將()原子的()定為 1。(請填入內原子)

3. 你覺得科學家排出的原子量表，對未來的科學有什麼幫助？

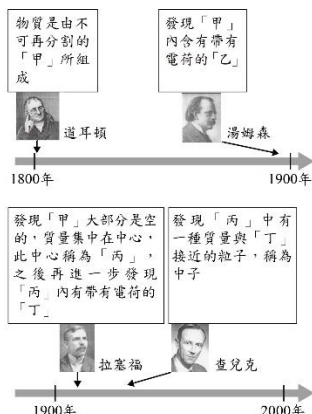
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12



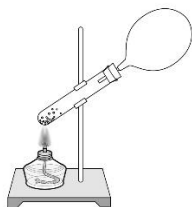
原子說-題目練習

第 20 週

1. () 附圖列出四位科學家所提出的學說或發現，並依照年代順序排列，圖中以代號甲～丁來表示粒子或結構的名稱：



- 關於甲～丁的正確名稱，依序應為下列何者？ (A)原子核、電子、原子、質子 (B)原子核、質子、電子、原子 (C) 原子、質子、原子核、電子 (D)原子、電子、原子核、質子。
2. () 真真操作加熱小蘇打的實驗，如附圖所示，試問真真在密閉容器中進行此實驗的主要目的可能為何？

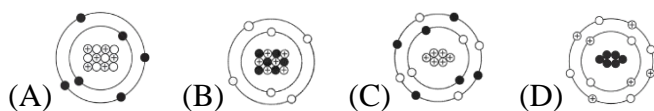


- (A)驗證反應前後符合質量守恆定律 (B)使得熱量能存留在試管內加速反應 (C)防止空氣中的氧氣加入反應 (D)讓小蘇打與試管內的氧氣反應完全。
3. () 下列哪一位科學家提出分子的概念？ (A)亞佛加厥 (B)道耳頓 (C)拉塞福 (D)湯姆森。
4. () 原子說是由何人所提出的？ (A)湯姆森 (B)查兒克 (C)道耳頓 (D)拉塞福。
5. () 真真操作碳酸鈉溶液加氯化鈣溶液的實驗，反應前所有溶液與容器的質量總和為 W_1 ，而應後測得總質量為 W_2 。若 $W_1 = W_2$ ，則由實驗的結果可以說明下列何者？ (A)能量守恆定律 (B)質量守恆定律 (C)阿基米德原理 (D)帕斯卡原理。
6. () 假設 6 公克甲物質恰與 30 公克乙物質完全反應，其反應方程式為甲 + 乙 → 丙，則產生之丙物質為若干公克？ (A)14 公克 (B)28 公克 (C)36 公克 (D)48 公克。

7. () 有關道耳頓原子說的內容，下列敘述何者錯誤？ (A)元素與化合物都是由原子組成 (B)不同的原子有不同的大小和質量 (C)原子可分割成更小的粒子 (D)化學反應產生的新物質是原子重新排列組合而成的。
8. () 鐵生鏽後質量會增加，原因為何？(A)鐵生鏽是質量守恆定律的例外 (B)測量的天平有問題(C)空氣中的氧也參加反應 (D)鐵吸收空氣中的二氧化碳。
9. () 道耳頓的原子說提到：「化學反應僅是原子排列方式改變」，此可以說明下列哪一個定律？ (A)虎克定律 (B)牛頓定律 (C)定比定律 (D)質量守恆定律。
10. () 最早的週期表是下列何者依據原子量大小的順序所排列的？ (A)門得列夫 (B)莫色勒 (C)道耳頓 (D)拉塞福。
11. () 有關道耳頓原子說的敘述，下列何者錯誤？ (A)一切的物質由原子組成，而這種粒子不能再被分割 (B)相同元素的原子，其原子質量與大小均相同 (C)化合物是由不同原子以固定的比例組成的 (D)化學反應前、後，原子的質量及特性會改變。
12. () 將某些元素歸於同一族的原因，主要為下列何者？ (A)物理性質相同 (B)物理性質相似 (C)化學性質完全相同 (D)化學性質相似。
13. () 原子的體積主要由下列何者決定？ (A)原子核直徑 (B)電子運動的範圍 (C)電子的大小 (D)質量的大小。
14. () 鎂帶燃燒後其生成物的總質量，大於鎂帶原本的質量，其增加的質量是來自於空氣中的何種物質？ (A)氧 (B)氮 (C)二氧化碳 (D)水蒸氣。
15. () 有關原子的敘述，下列何者正確？ (A)原子不能被分割，故原子內不包含更小的粒子 (B)原子內 1 個質子和 1 個中子的質量非常接近 (C)原子內 1 個質子的質量等於 1 個電子的質量 (D)原子內 1 個電子的質量大於 1 個中子的質量。
16. () 燃燒後的蠟燭，質量會變輕，其原因為何？ (A)不遵守質量守恆定律 (B)燃燒後的部分產物散失到空氣中 (C)蠟燭燃燒為化學變化 (D)蠟燭並非純物質。
17. () 小寶做碳酸鈉溶液與氯化鈣溶液反應前後的質量變化實驗，則他會得到何種結果？ (A)反應前後質量不變 (B)反應前質量比反應後質量大 (C)反應前質量比反應後質量小 (D)不一定。
18. () 下列何者不是所有原子都具備的？ (A)原子核 (B)電子 (C)質子 (D)中子。
19. () 關於原子核的敘述，下列何者正確？(A)原子核必為電中性(B)原子核必含有質子和中子(C)原子核體積幾乎等於原子的體積(D)原子核質量幾乎等於原子的

質量。

20. () 甲.湯姆森發現電子；乙.道耳頓提出原子說；丙.拉塞福提出原子模型；丁.質子被發現；戊.中子被發現。關於以上原子結構相關的發現跟理論，依其提出的先後順序排列為何？ (A)甲乙丙丁戊 (B)甲乙丁丙戊 (C)乙甲丙丁戊 (D)乙甲丁丙戊。
21. () 下列粒子由小而大的排列為何？ (A)原子核、質子、原子、化合物 (B)原子、化合物、質子、原子核 (C)化合物、原子、原子核、質子 (D)質子、原子核、原子、化合物。
22. () 原子是由中子、質子與電子三種基本粒子所組成。若以○、⊕和●分別代表中子、質子與電子，則下列何者為 $^{12}_6\text{C}$ 原子的示意圖？



23. () 附圖為週期表中的一個元素，則由此圖中不能獲知下列何種資料？ (A)原子序 (B)元素符號 (C)1 大氣壓 25°C 下的狀態 (D)原子大小。



24. () 關於原子結構的敘述，下列何者正確？ (A)原子失去電子就帶負電；反之，獲得電子便帶正電 (B)原子核內中子數必須與核外電子數相等，原子才會保持電中性 (C)原子核內中子數必須與質子數相等，原子才會保持電中性 (D)一個電子與一個質子的帶電量相等，但電性相反。
25. () 根據「質量守恆定律」，下列敘述何者正確？ (A)化學反應若產生氣體，則不遵守質量守恆定律 (B)若為放熱的化學反應，則不遵守質量守恆定律 (C)質量守恆定律在一般的化學反應中皆能成立 (D)只有物理變化才會遵守質量守恆定律。