



第十九屆『常識百搭』創新科學與環境探究

小學科學專題探究

綠色啟航



主編：蘇詠梅、梁致輝
編輯委員會：黃耀華、彭翠虹、梁見德、鍾浩邦、殷慧兒、陳瑋純
資料整理：姚偉康
設計排版：姚偉康、張敏琪、黃寶玲
主辦機構：香港科學館、香港教育大學可持續發展教育中心、香港教育大學科學與環境學系、教育局、香港教育城、香港數理教育學會、行政長官卓越教學獎教師協會
出版：教育局課程發展處資優教育組
日期：2016年10月
印刷：政府物流服務署印

版權為主辦機構所有，歡迎作教學用途，請列明出處。

前言



第19屆「常識百搭」創新科學與環境探究，已於今年五月下旬完滿結束。本活動於1997/98學年首辦，多年來廣受小學校長、老師、學生和科學教育工作者的歡迎，每年均吸引多所來自本港及內地的小學參加。

活動的主辦單位包括教育局、康樂及文化事務署、香港科學館、香港教育大學、香港教育大學可持續發展教育中心及科學與環境學系、香港教育城、香港數理教育學會及行政長官卓越教學獎教師協會。

活動旨在提高小學生對科學和科技的興趣，並加強他們的科學探究精神。近年，教育局正大力推動STEM教育，以培育學生的創意，並提升他們在科學、科技、工程與數學領域的知識與能力。本活動正好提供一個適切的平台，讓學生展現他們的創意及互相觀摩交流。

是屆參賽學生的表現，令人雀躍。另外，學生的專題設計報告，亦可以作為學校舉辦校本資優培育計劃的課程資源。

本書刊能夠出版，是各主辦機構及相關的教育工作者共同努力的成果。在此，謹向參賽的學校、教師，以及參與編撰的學者、同工，致以衷心的感謝。

如有任何意見或建議，歡迎致函：

九龍塘沙福道19號E328室

教育局課程發展處

總課程發展主任〈資優教育〉

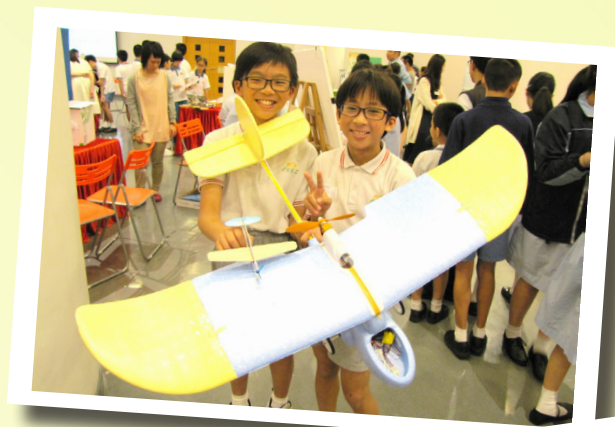
〈傳真：2490 6858 電郵：gifted@edb.gov.hk〉

教育局課程發展處
資優教育組
二零一六年

編者的話

以「綠色啟航」為題的第十九屆「常識百搭」展覽，吸引了超過一百間來自本地、澳門及內地的小學參加，展出了超過150份與環保飛行有關的科學作品。活動當天，場面熱鬧非常，中央圖書館儼如變成了一個迷你的綠色機場。有由環保物料製成的環保飛行器、符合營養健康飲食的綠色飛機餐和配合大自然設計的機場建築等，同學們都化身成飛機工程師和環保專員，一同探討如何做到空中節能減廢。

航天—這個課題在小學課程上雖較少涉獵，但對小學生來說實非艱深和難以處理，當中所着重的都是創新性、應用能力和探究精神。從參與同學的主題展品中，充分展示出他們能靈活運用STEM科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)和數學(Mathematics)的技能去進行科學探究。同學們透過探討飛行的科學原理和航空業的運作等，配合工程上的考量和設計、數學的計算和運用科技進行準確測驗，去探究航空業的節約減廢方法，從而了解科學、科技與環境相互的關係。





至於創新能力，同學們都能參考日常生活的經驗，從探究中發現新事物，應用生活上的小智慧於在航天領域上。由此可見，無論是什麼課題，本著求知的精神，多汲取新的資訊，再加上點點創意，也可解決各種問題。有見及此，籌委會特意輯錄了26份同學們傑出的科學作品，與大家分享他們的探究經驗和心得，以作日後探究參考之用。

常識百搭即將踏入二十周年，在此謹衷心感謝各主辦單位和評判們多年來的無限支持，為兩岸三地的學生提供了一個珍貴的學習平台，互相交流科學的心得，推廣科探精神。

第十九屆「常識百搭」創新科學與環境探究籌委會
二零一六年七月



STEM教育

香港教育大學科學與環境學系 蘇詠梅教授

引言

就2015施政報告中提出的STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics)教育，鼓勵學生選修有關科學、科技、工程和數學的學科（香港特別行政區政府，2015），無論教育工作者、教師或是學生們對STEM教育都有著不同程度的理解，有些好像知道STEM已經出現了有一段日子；有些對它略知一二；有些人覺得陌生。STEM教育雖然在上世紀九十年代起源於西方國家，但在本地教育來說的確是一個新的理念。大家對它的理解不足，不一定單單基於時間的問題，可能關乎於STEM教育的本質。誠如美國學者Sanders (2009)的文章所言，STEM教育一詞存在多義性，不同界別的學者對它的釋義或運用都有所出入。這是STEM教育本身跨學科的特質與二十多年來發展的結果。

STEM教育萌生於美國，早期的發展亦集中在當地，因此對STEM教育的研究多來自於美國。美國總統奧巴馬於2009年重新投放資源推動STEM教育的發展（The White House, 2009），STEM教育的討論再次變得熱哄哄，對STEM教育的理解也是其中一個討論議題。有見及此，參考了National Academy of Engineering 在2014年就STEM的綜合學習模式在K-12教育中的現況、未來及議程的探討報告，然後對STEM教育作出釋述，希望能幫助教育工作者、教師及學生多理解STEM教育。

以下先針對教育工作者和學生對STEM教育的理解不足，敘述STEM教育對其四個範疇的定義。再對實踐STEM教育的證據作出描述，介紹就2015年「常識百搭」學生作品（蘇詠梅、梁致輝，2015）進行分析的研究而制訂的框架，補充了學生實踐STEM教育的評估方法。

STEM教育所指的科學、科技、工程和數學

STEM教育中的科學（Science）、科技（Technology）、工程（Engineering）和數學（Mathematics）除工程外，都是一些在學校常見的科目，但在進行或討論STEM教育時對這些科目的理解和聚焦卻因地域或理解程度而有異。以下參考了National Academy of Engineering報告（National Academy of Engineering, 2014）和其他文獻對科學、科技、工程和數學的理解，希望釐清各持分者對STEM的理解，有助在香港教育界有效推動STEM教育。

科學是人類對自然界的探討。所有關於自然界中物理、化學和生物的定律，以及與這些學科相關的事實、原則、概念或詞彙的應用，都屬於科學探討的領域。科學既是隨年月累積的知識體系，同時也是一個透過科學探究產生新知識的過程。這些科學知識支撐著其他知識的產生過程，例如工程學中的設計過程很多時都是建基於科學的知識。

在嚴格的定性下，**科技**並不算是一門學科，它包含了人民的組織、知識、設計和製造科技成品的過程及其操作，當然包括科技製品。自古以來，人類不斷創造科技改變自然環境中的事物以滿足需要。現今的創新科技產品是科學和工程的產物；科技儀器或工具亦在科學和工程領域被廣泛使用。

工程是一個關於設計並製造人工製品的一個知識體系，同時也是一個解決問題的過程。工程學強調人類在設計過程中會面對克服不同的限制，當中包括自然定律的限制。另一種限制是現實情況的限制，例如時間、人體力學、環保規條、資金和環境限制等等。

數學是一門研究數字、量、時間和空間的規律與關係的學科。有別於科學是以觀察所得的證據以支持或否定假設繼而產生知識，數學的主張是由基於假設而透過邏輯辯證所產生的。這些邏輯辯證累積成為數學知識。數學跟科學一樣，知識都是隨年月累增，科學理論會被新的觀察所得所推翻，但數學則在基礎假設沒有更改的情況下，知識將成為往後辯證的理據。數學知識於科學、科技和工程的範疇中都得到不同的形式的使用。

學習過程中實踐STEM的證據

由不同標準組合而成的評估框架因應STEM教育的實行而產生，以評估學生在STEM教育下的表現。National Academy of Engineering亦提及一些用作評估學生數學和科學與工程方面應用STEM表現的標準。

- 數學方面，實踐的證據有以下例子：了解並致力解決問題、構建有效的論證並對他人的推理進行批判、有技巧地使用合適的工具，以及在反覆推理中尋找並顯示規律。
- 科學與工程方面，根據證據進行論證、設計並使用模型、設計並進行探索，分析並解釋數據都是實踐的證據。

以上只列出部分例子，但對於辨認學生實踐STEM的證據，的確需要更多的評估方式以作參考。

以2015年「常識百搭」學生探究作品為研究對象，進行STEM教育的研究中亦制訂了類似的評估框架。該框架是把小學生在科學探究中能展示的學習經歷，與文獻中的科學、科技、工程及數學的學習經驗對照，經整理後而成。

STEM框架可用於評估學生在探究活動中科學、科技、工程及數學的學習經驗。

與科學有關的探究過程

發起探究

- 提出有關自然現象的問題(物理、生物及地球/太空科學)
- 修改並釐清問題,配合相關科學探究
- 訂立假設，以測試檢証該假設

進行探究

- 於公平測試或對照測試中分辨變項和不變項
- 描述探究的步驟
- 分析數據或測試的結果
- 辨識收集所得數據的誤差來源及其限制

展示探究

- 就探究中的因果關係立論
- 作出與科學現象有關的結論 就未來研究提出建議及改善的地方



與科技有關的探究過程

科技的運用

- 選取及利用工具/設備/物料以解決問題
- 運用儀器收集數據
- 在不同探究過程運用電腦或計算機

運用科技的態度

- 創新/改變/優化自然環境以滿足需要
- 跟從安全指引使用工具/物料/機器

與工程有關的探究過程

確定需要解決的問題

- 提出疑問以確定需要解決的問題

設計並測試解決方法

- 應用科學和數學原理設計解決方法
- 研製並使用模型,使設計形象化
- 辨識設計/模型的限制和缺點
- 測試設計的性能
- 以同樣工具、過程和目標測試兩種不同的模型以找出更能符合成功條件的設計

改進解決方法

- 改良模型/設計

與數學有關的探究過程

收集數據

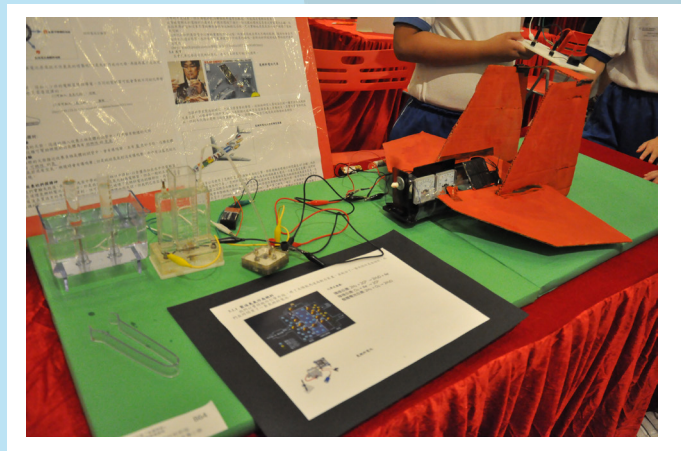
- 為測試的設定進行量度
- 為記錄科學測試的過程或結果進行量度
- 使用合適的工具和單位系統進行量度

處理數據

- 計算平均數以估算趨勢
- 計算百分比以作數據上的溝通

表示數據

- 運用棒形圖以表達數值
- 運用折線圖表達數據趨勢
- 運用圓形圖表示相對數值
- 分析並選取理想的方法以解決問題



總結

制訂評估學生表現的框架有確切的需要，因為框架中具體指出了探究過程中對STEM的實踐，對於教師們在檢視學生掌握能力、評核課程成效和編制課程都有參考價值，亦補足現時本地STEM教育欠缺評估方式的不足。此框架針的目的是讓教育工作者及教師清晰地評核學生的表現，所以內容都屬於學生在進行科學探究時的實際過程，並不包括對學習態度的描述。例如：運用科技儀器收集數據、作出假設並進行測試作驗證和使用折線圖表示數據的趨勢等。這些學習經歷都是直接客觀的表現。對STEM教育的研究將會繼續發展，此框架可作為基線研究，為教育研究提供參考資料。

參考文獻

香港特別行政區政府 (2015)。《二零一五施政報告》擷取自網頁<http://www.policyaddress.gov.hk/2015/chi/index.html>

蘇詠梅、梁致輝 (2015)。《小學科學專題探究-家居環保大發現》，香港，教育局課程發展處資優教育組。

In Honey, M., In Pearson, G., In Schweingruber, H. A., National Academy of Engineering., & National Research Council (U.S.),. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *TechnologyTeacher*, 68(4), 20–26.

The White House, Office of the Press Secretary. (2009). President Obama Launches “*Educate to Innovate*” Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (Stem) Education. [Press release]. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>

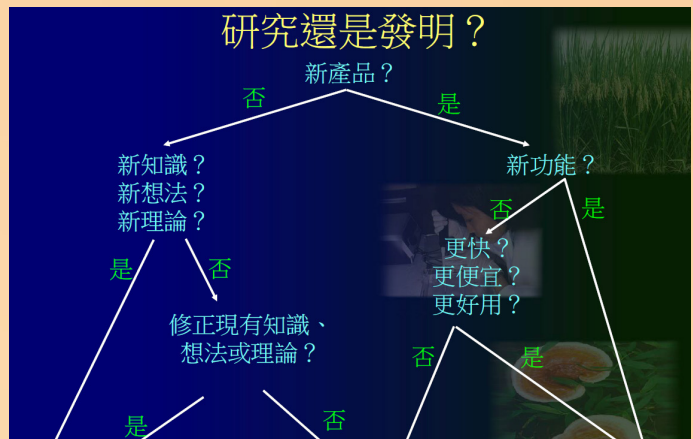
科學研究與發明



香港中文大學生命科學學院 林漢明教授

研究還是發明？

如果我們要發明新產品，該產品需要有新功能。如果沒有為現有的發明帶來新功能，就應該改良該發明，使之更快、更好用、更便宜，這才是發明。而只有新知識、新想法和新理論，則是研究。如果能夠改進現有知識、想法或理論，也只是研究的一種。



科學研究的元素 - 透過問題思考

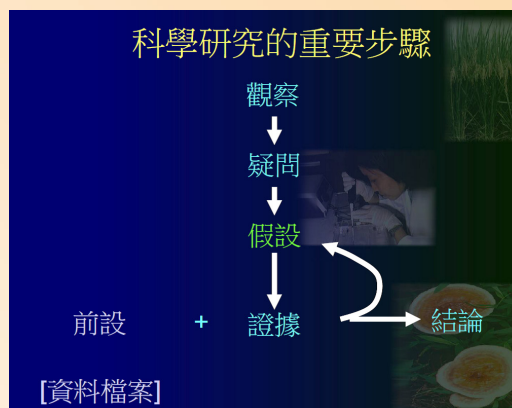
1. 重要性 - 思考為什麼要研究這個題目？
2. 背景搜查 - 尋找之前是否有類似研究？
3. 假設 - 思考你要測試甚麼？
4. 方法 - 進行測試的方法及需要的用具
5. 結果 - 是否合符預期？如何解釋結果
6. 後備方案？時間計劃？安全問題？例如：飛行時的安全。會否構成抄襲？例如：網上資訊的原創性？

科學研究的重要步驟

科學家首要條件是觀察，指觀察這個世界，觀察別人做的事；然後提出一個疑問，事情究竟是怎樣發生的；再作出一個假設，接著找出證據，反復思量證據與假設之間的關係，最後得出結論。

前設

科學需要常識性的前設，包括物理世界的存在與感官知覺的普遍可靠性；代表在科學探究時研究的事物都確實存在於我們現時所處我物理世界之中。也要擴闊眼界，接受新的資訊，因為這些資訊可以為科學研究建立一個新角度，並在未來影響我們，所以不應忽略。



觀察

觀察是進行科學研究的第一步。好奇心是進行觀察的原動力，科學研究的出現多始於對生命和自然現象的好奇。

第二是觀察過程中需要具備敏感度，不要忽視重要線索。例如：青黴素（盤尼西林）的發現是一個偶然，它本是科學測試中被污染的培養皿，可是菲林明發現真菌可以殺死細菌，就思考真菌中是否有一種未知的物質呢？他在大家都能夠發現的事情中進行比他人更深入的觀察，留意別人忽略的事情，結果就發明了盤尼西林這種抗生素，治癒很多受細菌感染的病人。

第三是全面性，觀察時要收集足夠資料進行研究。例子：達爾文之所以可以發現進化論，是因為他周遊列國，收集大量的資料用以反覆驗證自己的理論。以上三項是作觀察時需要注意的地方。

疑問

問對的問題是研究成功的一半。首先要組織你的觀察，從文獻搜尋相關資料，然後分辨資料是否有效。雖然不少時候我們觀察的事物已被人解釋，但我們亦可思考是否滿意這個解釋，如果不滿意的話，就可以提出新的問題，再作探究。因此，研究者應在日常生活中多留意和觀察，把疑惑記下來，以便日後思考探究的方向。

假設

當決定研究問題後就要作出假設，假設是基於所有已知和相關資料，建議一個可能的解釋，繼而進行測試來驗證假設中對研究的預測能力之真實性。在科學理論中，假設是常被推翻的，在不斷的測試測試和研究者掌握的資訊愈來愈多的情況下，大多假設最終都與事實有差異，結果被推翻。所以進行科學探究時，不應把假設當作事實的真相。

假設例子一：光的本質

日常生活中接觸的光看似都是白色的，就此我們假設光是一種不能被再分離的單純成分，預測光不可以細分為不同成分。然而實際結果是利用稜鏡，光是可以被分離為不同成分，不同顏色的。因此結論為預測是錯的，假設也被推翻了。若再進行新的研究，就要定下新的假設，即是光包含可分離的成分。

假設例子二：燃素說

早期化學家假設所有可燃的物質都有燃素，是一種無色無味無重的物質，在燃燒的時候會被釋放，殘餘物質則變成灰燼。預測燃燒物質以後不應該觀察到重量的增加，反而減少。但實際結果是燃燒金屬後，部分物質以氣體方式離開，但其產物的重量因氧化作用有所增加。因此結論為預測是錯的，假設被推翻。在往後的研究中就要定下新的假設，即是一種可燃的物質會在燃燒的過程中與空氣中的一種成分產生化學作用，那就是氧氣。

假設例子三：進化論

生物學家曾假設演化是由後天所得的特性所帶動，預測後天所得的特性會遺傳給下一代，例如把老鼠的尾巴切除，其後代應該會沒有尾巴。然而實際結果卻是經過數代重複的尾巴切除過程，老鼠的後代依然有尾巴。因此結論為預測是錯的，假設被推翻。及後，演化是由自然選擇所帶動便成為了科學研究中新的假設。

如何收集真確的證據

當進行理論的驗證時，必須靠真實的證據支持，並需要小心設計測試和準確記錄觀察。收集證據時，要使用合適的用具，例如牛頓是利用合適的稜鏡讓光折射和分散，收集證據。另外要小心設計測試，在進行對照或基線時需要有一個參考點。要留意資料的準確性，例如從燃素的故事我們得知一些容易忽略的證據有可能相當重要，影響準確性。此外，在處理量化數據時，可以嘗試利用統計學的概念來減少誤差的出現，提高準確性。



科學發明的元素

創制科學發明時我們要考慮一些基本的問題，首先是產品的類型，是實際產品、軟件、程式、過程還是草案？其次是人類對該發明的需要和能否增加原有事物的價值？例如有什麼新功能、能否令不有的發明變得更快、更有效、更容易、更便宜或其他形式的改進？所以在創制新發明時要跟現有產品、工序和技術進行調研，並作比較，創造對已有發明有幫助的產品底意念。

同時發明需要具有原創性。原創性可以是全新的概念，也可以改進現有的產品。另外要考慮可行性，考慮必要原材料的供應、科學知識、人力和啟動資金是否可得到的。發明的商業潛力亦會影響其可行性，發明者應辨識發明的最終使用者和評估市場大小等，確保發明有一定商業價值。最後要考慮社會和道德問題，思考發明對人類和社會究竟有益處還是有害。

科學發明：設計

我們要思考甚麼設計可以達到當初訂立的目標。並審視設計當中應用了什麼科學理論。思考以什麼測試設計是否能滿足目標，達致可應用的目標或配合新產品的功能。設計科學發明使用與科學研究一樣的原則，都是以科學為本為理念，結合科學理論；邏輯，即演繹和歸納；再以質化和量化來分析數據，得出結果。

科學發明：建立和測試原型

完成設計後可建立一個發明品的實體模型或縮小模型，然後通過實際示範來顯示其功能。同學可使用以前的測試和假設數據通過動畫和外推法作演繹。並在測試後考量發明在測試操作下是否符合預期表現，和是否需要進行改進和修正，例如是否需要修改假設。或者觀察在測試過程中有沒有任何意料之外的數據或結果產生。這些都是同學要進行有效的測試的條件。

夢想與飛行

香港科學館 黃耀華先生



飛行歷史

神話故事

人類一直渴望飛行，但受到地心吸力及人體結構本身的限制。為了實現飛行的夢想，人類運用了不同的方法達成，雖然未能輕易找到飛行的方法，但透過效法自然，把思想流傳，人類漸漸了解飛行。

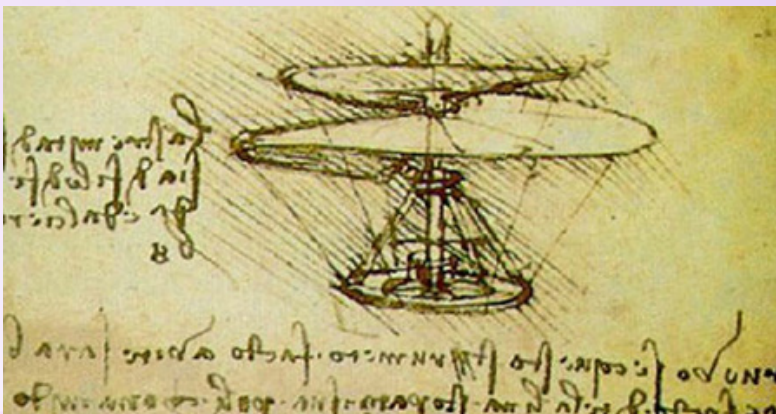


歷史首次飛行

據西方歷史記載，在約公元1500年時，中國明朝有一個人名叫萬戶，他嘗試用47支火箭、椅子和風箏來飛上天空。傳說他成功飛離地面，可是並沒有考慮回到地面時如何著陸，因此摔下來而死亡。

達文西 (1452 - 1519)

這是達文西的繪圖，在達文西生存的時代，並未有人發明任何飛行裝置。他是個擁有豐富創意和想像力的人，他繪畫了很多他認為有可能飛行的裝置的構思圖。他首先深入了解自然界會飛的生物的身體結構，得知人類身體結構的限制是無法靠身體飛行的，然後他設計一些嘗試用機械結構令人類飛行的裝置，從圖片中可見，該裝置類似現代的直昇機。



達文西手稿：降落傘

從達文西的繪圖中亦發現了類似降落傘的裝置，他考慮到飛行後人類需要回到地面，因此設計了上圖中與現代降落傘相似的裝置。而現代人曾按照達文西的繪圖中的比例大小來建造他設計的降落傘的模型，並進行測試，發現是可以發揮降落傘的功能，令人安全著地。

主動和被動的飛行

飛行大致上可分為兩類，分別是被動和主動的飛行。被動飛行指飛行從高處向下出發，例如：滑翔傘，滑翔風箏和滑翔機，都是本身沒有動力裝置，依賴氣流飛行的。主動飛行則配備動力裝置，例如：運輸機、戰鬥機和直昇機。

綠色飛行的要素

在探究綠色飛行時可以引入4R原則：減少使用 (Reduce)，物盡其用 (Reuse)，循環再用 (Recycle) 及替代使用 (Replace)，嘗試在有關衣、食、住、行四方面應用。

衣著方面，物料可以是輕、透氣、防水、防風、環保物料，易洗易乾者更好；設計以實而不華，沒有多餘裝飾為佳。飲食方面：航空業提供的膳食應該選取碳足跡較小的食物。餐具可考慮使用循環再用的物料和思考減少物料使用的方法，以及尋找更佳的食物防腐方法，減少浪費。居住方面：可從建築著手，例如：機場設計可使用自然光，考慮採光照明；考慮陽光影射的角度和其他環境因素尋找最佳的坐向；建築物料可使用不沾塵，例如：室內的油漆；室內設計則應該以簡單和耐用為主，同時考慮消防安全。行方面：可嘗試構思智能電話的應用程式、發掘衛星電話的可能性和用途，另外手機中的導航系統也是值得探究的方向，最後是在航程中會應用到的急救用品。以上都是把環保和日常生活連繫起來的例子，可以成為探究綠色飛行的研究方向。

環保飛行



香港教育大學科學與環境學系 陳文豪博士

飛行的原理

根據流體力學理論，飛機需要向前的助力幫助升空，有別於直昇機利用螺旋槳產生上升動力。前進中的機翼會造成機翼上下方的壓力差，從而產生向上的承托力，對抗地心吸力，讓飛機在空中飛行。飛機必須持續以高速前進，才能保持向上的承托力。

前進動力

要飛機達至高速前進，就必須透過燃燒大量燃料從而產生動能。故此，飛機需要攜帶大量燃料，現時航空業使用的飛機燃料有兩種：分別為航空汽油和航空煤油。然而，燃燒汽油會產生大量的污染物，例如：二氧化碳、硫化物等損害環境的氣體，這些氣體會直接或間接加劇空氣污染和全球暖化。

環保飛行

航空運輸對現今經濟和社會發展的確十分重要，減省旅程所需的時間，但我們不能忽視航空運輸對環境造成的影響和污染。要做到環保飛行，我們需要考慮有什麼方法可以減少飛行所帶來的環境問題。我們可以在不影響飛行需要和效果的前提下，減少使用燃料，或以污染程度較低的燃料取代現有燃料。除此之外，同學們亦應在探究的過程中可多作思考，想一想是否有其他類似的方法減少飛行對環境的損害。

以其他燃料取代

現時科學界正尋找更多「乾淨」的能源以取代現有的化石燃料，所謂「乾淨」的能源是指：運用這些能源產生動力時所排放的二氧化碳等環境污染物會較少，而這類可再生能源中最為人熟悉則是太陽能。我們可以嘗試把太陽能應用到飛機之上。在機身安裝太陽能板吸收太陽能，並轉化為動能，推動飛機飛行。太陽釋放的能量相當大，從一平方米的太陽能板所吸收的總能量，能夠供應一百個節能電燈泡。但前提是所有從太陽能板接收到的能量都能轉換為能夠使用的能量。事實上，由於現時的技術不足，所以只有極少量的能量能被轉化為可使用的能量，產生的能量並不足以應付長途和大量載重的飛行。科學家還需要時間繼續研究。故此，探究太陽能轉換仍存在很大空間，鼓勵同學們在未來對此議題作探究。此外，現時針對生物燃料的探究在科學界亦十分流行，大家在探究時也可以了解這方面的資訊。

減少使用燃料

現時較可行的方法是盡量減少使用燃料，當中包括兩種主要方法，分別是借助空氣流動的推力和減少空氣阻力。航空公司亦透過減少燃料來減低飛行成本，所以航空公司在機師的訓練過程中，也會強調飛行上的物理知識，計劃航線以節省燃料的負載及使用。利用以上提及兩種方式節省燃料，以下將詳細解釋。

借助空氣流動

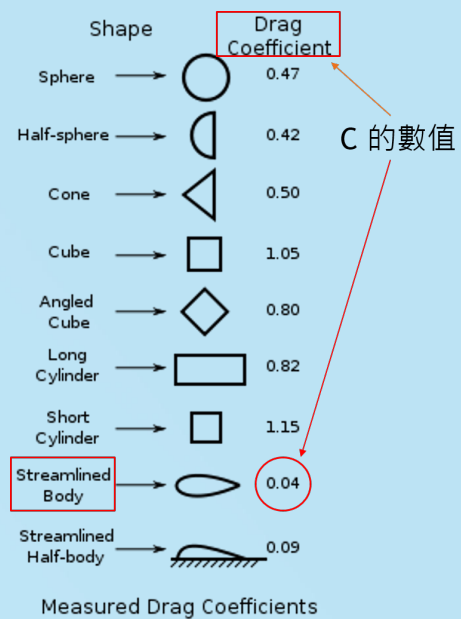
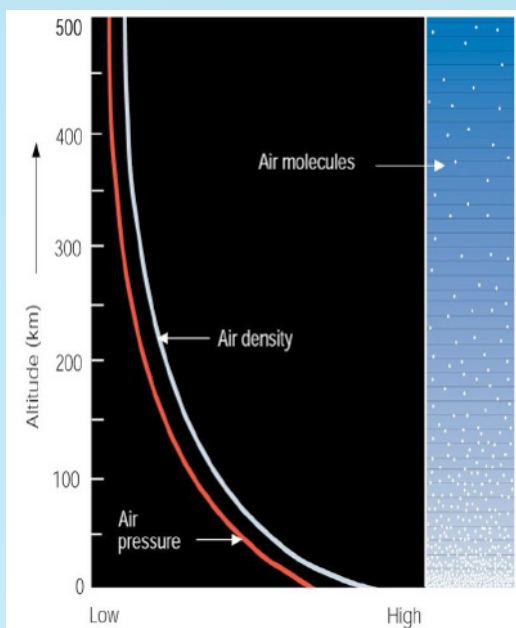
現時很多飛機師都會借助大氣層中的「高速氣流」(Jet Stream)來減少燃油的使用。受地球自轉運動所產生的力量帶動，大氣層中的氣體會形成空氣由西向東移動的「高速氣流」，「高速氣流」的空氣流動的速度高，一般可達每小時200-300公里甚至更高。而「高速氣流」的風速與飛機飛行的速度相若，如果能夠借助這股氣流，就可以用於設計航道上，幫助飛機減少使用燃料。這亦解釋了往返兩地時去程和回程的時間會有差別的現象，是與順風和逆風有關。

減低空氣阻力

飛機在前進飛行時會遇到空氣阻力，即使在靜止的空氣中，也會遇到因飛機飛行而產生氣流，形成阻力，這會增加燃料的使用。空氣阻力是不能避免的，但有很多辦法可以盡量減低。

高速移動的物件在空氣中容易產生湍流，形成阻力，而阻力的大小主要取決於四個因素：

飛機的有效面積，飛機的有效面積越大，風阻越大，故此飛行器的體積越小越理想；飛機的形狀，飛機的形狀應呈流線型，避免稜角較多的設計；飛機的移動速度也會影響風阻的大小；最後是空氣的密度，也會影響空氣的阻力。



首先，飛機的面積：飛機的有效面積越小越可以減少空氣的阻力。其次，飛機的形狀：飛機的形狀會影響空氣的阻力大小，當中C的數值越大代表風阻越大。流線型的設計的C數值較小，風阻也較少。第三是飛機的飛行速度：飛行的速度因應經濟活動的需要而定，多半情況下都需要高速飛行，以最短時間把旅客或貨物送抵目的地。最後是空氣密度，空氣密度屬環境因素，不受人為控制，但越高空空氣密度越低，飛機所受的空氣阻力相對較低，所以飛機飛行時會維持一定的高度。

總結

總括而言，實踐環保飛行主要有以下的方式：多借助「高速氣流」幫助推進；流線型設計；減少有效面積；和在較高空飛行。除這些現有的方式，還可以在可行的情況下，嘗試思考是否能夠在減低飛行速度的同時不加長飛行時間，以減少高速飛行時所消耗的燃料。

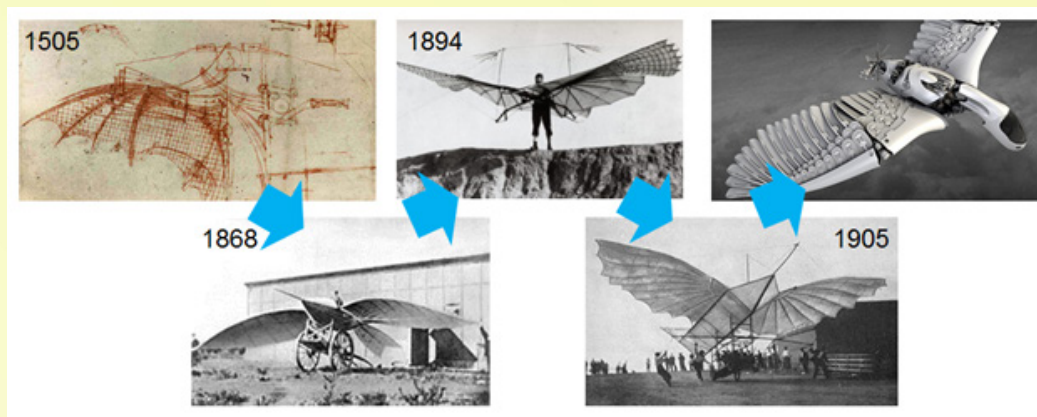
飛行科學

香港教育大學科學與環境學系 楊志豪博士



航天歷史

人類觀察雀鳥在空中翱翔，因此很久以前已經渴望可以模仿雀鳥在天空飛行。很多現今科技的設計其實都是參考自然界的，可以從以下的歷史圖片當中看見，從十六世紀達文西所繪畫的飛行工具到較近代的二十世紀初期的飛行模型都是模仿雀鳥的翅膀。直至1903年，萊特兄弟製造出第一台有動力飛行器並成功試飛。現時許多科學家，仍然在研究雀鳥的飛行，從而改進人類的飛行模式。



不同的飛行模式

古時中國有孔明燈，乃是熱氣球的前身，再繼而發展至現時已經不常見的飛船，這些是第一代的飛行模式。直昇機的飛行原理與竹蜻蜓相近，後來此飛行原理更應用在近年非常流行的航拍機上，而現代定翼飛機的飛行原理亦跟風箏和紙飛機的飛行原理相似。孔明燈、竹蜻蜓和風箏都是由中國人所發明，而竹蜻蜓和風箏更是中國很早期的發明品。

不同的密度

密度在物理學上的定義是每一特定單位體積內的質量。跟據阿基米德浮體原理，一個物體在流體中所感受的浮力等同該物體所排開的物體的重量，所以當兩種液體混合，密度較低的液體會浮於密度較高的液體的表面，如食油於水中浮起。氣體亦然，密度較低的氣體會於密度較高的氣體中浮起。

熱氣球

假設有一個氣球，在其下方加熱，隨時間過去，空氣開始變熱，熱空氣的密度比冷空氣低，產生浮力，所以氣球會向上升。熱氣球就是利用此原理，加熱空氣並產生升力，令氣球飛行。我們更可透過熱氣球上方的氣孔控制熱空氣排出，控制升力，以助控制高度及下降速度。

飛船

興登堡號飛船 (LZ 129 Hindenburg) 以氫氣為氣體，可載超過100人。興登堡號飛船於1936年3月投入營運跨大西洋航線，來回需時4至6天。但飛船在1937年5月發生嚴重意外，準備降落時燒毀，加上及後定翼飛機自二次世界大戰開始流行，加上飛船所發生的嚴重意外，所以飛船在近幾十年都不太流行，直至近年才出現作觀光用途的小型飛船。

直昇機

直昇機是依靠旋翼與空氣的相對運動提供升力。因為直升機的旋翼固定，跟定翼飛機不一樣，所以直升機能夠垂直升降，在空中靜止，及緩慢移動，但因物理原因，速度有所限制。另外，如果直昇機只有一對旋翼，機身會在旋翼轉動時向反方向旋轉，因此，不同的直昇機會用不同方法抵抗旋轉，如機尾加設較小的旋翼或在機身裝有兩組旋翼的設計。

定翼飛機

飛機能在空中飛行，受著四種力的影響：首先是重力(Gravitational force)，即飛機與地球的萬有引力。然後要有一個反方向的力協助推進，就是升力(Lift)，主要由機翼產生。另外是空氣阻力(Drag)，飛機在空氣中高速航行承受的空氣阻力。最後是推力(Thrust)，主要由引擎做成。在巡航狀態下，升力必須等於重力，而推力必須等於阻力。



升力

升力主要由機翼做成，當中有兩個物理原理。一是機翼的正迎角改變氣流方向，使氣流向下，對機翼產生向上的反作用力，部分成為升力。襟翼則改變機翼形狀，提高升力令飛機可以平穩降落。二是因為機翼的形狀，機翼形狀的設計令上方的空氣流速較快，下方的流速較慢；流速較快的地方壓力較小，因此機翼下方的壓力較上方的大，產生向上的推力。

飛行動力學

我們可透過飛機不同的部份，包括由舵、水平尾翼和副翼來控制飛機以三個不同的軸為中心旋轉，令飛機可以在飛行時爬升、下降、斜飛和轉向。

推力

推力由飛機引擎造成。引擎主要透過把空氣加壓、把燃料與空氣混合並燃燒，最後把高溫和高壓的空氣向後排出，從而產生向前的反作用力，成為推力。

航天與溫室氣體

參考華盛頓郵報的一項資料，航空交通對燃料的需求在30年間上升3倍。飛機使用的航空燃油為化石燃料，在引擎中燃燒會產生溫室氣體，包括二氧化碳和水汽，排到大氣層。除了水和二氧化碳，亦會產生其他溫室氣體如氮氧化物 (NOX)， 硫氧化物(SOX)等。航空交通佔全球二氧化碳排放量的約2%。而開採化石燃料亦產生大量溫室氣體。因此很多航空公司在購買機票時會附上碳補償(Carbon offset)計劃讓乘客參與，因應航程所產生的碳排放量捐款，資助環保團體及減碳研究。

生質航空燃料

化石燃料乃非再生能源，很可能在未來數十年耗盡。因此有提議以生質燃料取代化石燃料，如以藻類轉化為航空燃料。雖然燃燒生質燃料亦會產生二氧化碳，但這些碳都是植物在進行光合作用時從大氣中給收，因此排放時並沒有為大氣增加額外的二氧化碳。部分生質燃料已在民航航線上測試，如荷航便為首間將生質燃料用於民航航線上的航空公司。荷航亦曾在2012年向中國買入2000噸地溝油，以提煉生物燃料供其機隊使用。

飛機帶來的噪音

飛機噪音的來源包括：一是機體與空氣磨擦所帶來的噪音。由於飛行速度越快，磨擦力越大，產生的噪音亦越高；因此，飛機若以高速低飛，產生極大噪音。降落時的起落架及襟翼亦會增加磨擦及噪音。二是引擎的噴流。以減低噪音，政府規定在安全情況下，飛機在晚上12時到早上7時避免飛越人口稠密的地區。

總結

以上簡述了三種不同的飛行模式：熱氣球、直昇機和飛機。熱氣球利用低密度的熱空氣產生升力；直昇機依靠旋翼與空氣的相對運動提供升力，可垂直升降，在空中靜止，及緩慢移動；飛機的升力來自改變氣流的方向產生反作用力，及機翼上下的不同流速產生不同壓力。溫室氣體方面，飛機引擎會在燃燒燃料中產生各種溫室氣體，因為航空燃料為非再生的化石燃料，航空界正研究以生質燃料製成航空燃料，以取代化石燃料。另外，飛機的噪音主要由機體與空氣磨擦及引擎的噴流產生。

參考資料

Eviana Hartman. (Sunday, January 6, 2008). A Promising Oil Alternative: Algae Energy. The Washington Post.

環保與飛行



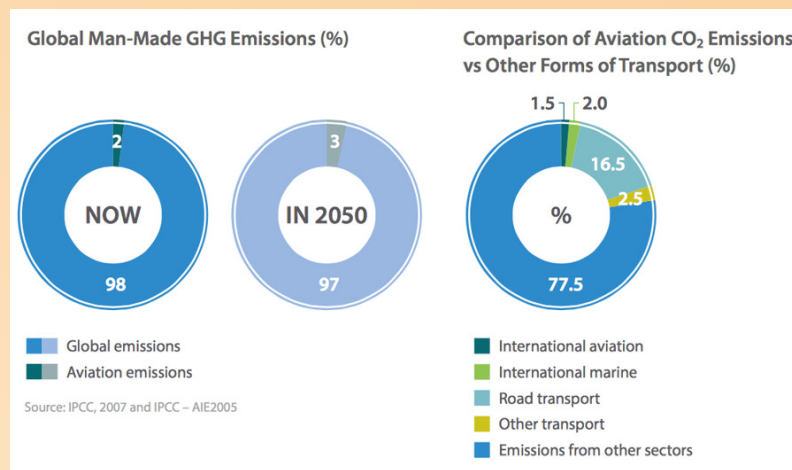
香港專業飛行協會 鍾伯誠先生

歷史上的第一次商業飛行

1914年1月1日，美國的Mr. Abram Pheil 進行了第一次商業飛行。他花了400元美金進行了23分鐘的飛行，飛行高度為一米左右。

2015年航空業的估算

參考2015行業資料，估算全球飛行次數約440萬次，載客量大概為35億，載貨量約為5000萬噸。由於經濟發展迅速，估計未來的飛行次數、距離和承載量將會大大提高，因此飛機排放的污染和溫室氣體多，是加劇全球暖化問題的其中一個人為因素。聯合國報告指出，現時因飛行所產生的溫室氣體佔總人為溫室氣體量的百分之二，到2050年會提高至百分之三。



資料來源：IEA2010

碳足跡

現嘗試以一例子說明商業飛行如何加劇全球暖化：究竟一趟從英國倫敦飛到加拿大溫哥華的旅程會產生多少二氧化碳？答案是0.9噸，雖不足一噸，但已是一個很大的排放量。需要種植約9棵大樹才可以彌補這次飛行所消耗的碳足跡 (Carbon footprint)。現在許多國家和企業會以「抵消碳足跡」行動，如捐錢種樹等方法來補償碳排放所帶來的影響，以回饋大自然和社會。

航空對人類健康的影響

以加拿大人口約560萬人的城市多倫多為例子，在2014年，空氣污染為當地居民的健康帶來不同程度的影響。較輕微的影響是因為導致無法進行正常戶外活動，將人口數目計算在內，共有200,000天；市民因空氣污染以致有機會誘發哮喘症狀達68,000天；急性呼吸系統疾病6,700天。另外，受空氣污染以致呼吸系統疾病的兒童達1,200人，入院人數1,700，死亡440人。事實上，香港國際機場比多倫多機場更繁忙，可想而知，如果在本港進行此調查，數字將更加驚人。



各國際民航組織的氮氧化物的排放目標

CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection)

國際民航組織轄下的航空環境保護委員會(CAEP)會與各國政府商議有關航空業的排放問題，而且已就氮氧化物訂立中期及長期技術目標。CAEP訂下了長期目標，期望在2026年，航空業氮氧化物的排放量將低於CAEP水平約60%。

IATA (International Air traffic Association)

IATA代表230家航空公司，合共佔所有國際航線的93%。該組織提議在四方面，包括：科技，程序，經濟誘因和改善基建以這四方面改善因飛行而受影響的空氣質素。

航空業的環保措施

飛行科技方面，航空業需提升製造飛機的技術。我們常用的飛機類型為波音747飛機，可這已經是1970年的產物，當時的設計並沒有考慮環保和減低污染物排放，因此有需要作出改變。提升技術後，新建造的波音777飛機在機翼使用了碳纖維材料，這種物料不但夠堅硬，而且輕身，使用較少能源就可以成功飛行。另外，加設新式的引擎能減少噪音，減低對人類居住環境帶來的噪音污染。

另外可使用生物燃料 (Biofuel)，減少使用化石燃料。例如：在2011年，就首次有商業飛行使用混合了生物燃油的燃料從阿姆斯特丹飛往巴黎。普遍的混合比例是在傳統燃料中加入10 - 15%的生物燃油，而2015年3月，海南航空公司則成功嘗試用50%的生物燃料和50%的傳統燃料由上海飛往北京。這是未來航空業發展的方向，但需要政府和燃油公司的配合，提供經濟誘因，才能有效地在燃油著手，推行環保飛行。

空中巴士公司的 Smarter Sky 2050計劃對未來航空業構思不同的飛行模式，包括輔助升空，利用氣壓彈射，減少起飛所使用的能源；平衡飛行以提升飛行效率，減少能源消耗；使用滑翔降落、地面的航班控制及協調、使用新能源及改善機身材料。

本地的航空業也有改善飛行的措施，赤鱘角機場的降落飛行路線原來的降落航線距離較長較迂迴，縮短航線後飛行距離減少，有助減少使用的能源。

航程中有助改善環境的個人行動

剩搭飛機時盡量把飛機餐吃完，減少食物浪費，因為一些機場，包括本港的機場因衛生安全問題不會處理任何廚餘，所以把飛機餐吃完有助減廢。此外盡量乘坐公共交通工具出行，減少空氣污染和碳足跡。在旅行時減少製造垃圾。還可挑選新型號飛機出行，鼓勵航空公司購入更多新型環保的機種。

資訊的處理

教育局資訊科技教育組 連庭傑先生



資料與資訊

科學探究的過程中會產生大量的資料。何謂資料？何謂資訊？資料是透過不同的途徑所收集到的，例如從書本或互聯網；而資訊是經過篩選後所選取的有用和有此意義的資料，協助同學在進行探究時下決定或解決難題。同學們在日常生活中會產生許多的創新意念、科學理論和資料，把它們收集起來再作篩選會產生科學探究的機會，此外同學們不妨把這些理論和資料記錄下來，因為它們可能在日後成為協助探究的資訊。

觀察、尋找及記錄資訊

在設定題目之後，便需要開始尋找有關該議題的資料，但開始前應該先思考並理解探究題材中重要字眼的意思，以本屆活動的主題為例，飛行和溫室氣體雖是常見的詞語，但其定義的正確理解卻非所有同學都能掌握。我們能夠從不同的途徑收集資料，如圖書館、網上等；而這些資料也會透過不同的媒介如：文字、圖片、聲音、影片等，我們需要思考並判斷這些資料是否真確和可信。基於書本出版的要求較嚴格，所以從書本得出的資料可信度較高；但在網上尋找資料就需要作出判斷，避免誤用不可信的資料。



資訊的可信性

首先，進行資料搜集時需要檢查資料來源的可信性，同學們要小心判斷，尤其是網上資料，應選擇可靠的網站所提供的資料。第二是科學理論的真確性，我們需要尋找科學理論的來源。透過多方面求證以辨別資料的真偽與可信度。第三是資料的時效性，例如行星的數目由2006年前的九顆變為八顆，證明資料存在時效。資料的可信性對科學探究十分重要，因為在科學探究中，需要有真確的資訊作基礎，才能有理據支持科學探究所得的發現和結論，及確保探究成果的可信性。

合理的假設及問題

思考如何提出合理的假設與問題。同學們可透過日常生活仔細的觀察，留意容易忽略的細節，例如解決家人生活小問題的方法，找出有意義的探究問題。另一個方向是從前人累積的經驗，可以參考過往的科學探究，從中啟發新意念，但要注意不應重複，保持原創性。也可以從自己已知或有記錄的資料中尋找有用的資訊。

設計測試、收集數據

在探究的過程中會得到許多的資料，包括量度所得的數據、相片和其他形式對測試的記錄等。它們被用作驗證或推翻探究的假設。但要注意取得這些資料時有否利用公平測試這項十分重要的過程，並且在公平測試中的變因是否都已經得到處理；公平測試中的變因又是否全部都受人為控制。注意不要忽略變因之間的複雜性，因為一個變因可能由數個不同變因組合而成，例如：人覺得冷，不一定是因為氣溫低才會覺得冷，可能因為當天的風大、濕度變化等等因素影響，都會影響結果。公平測試應該考慮測試物件及測試環境的變因，加以控制；有需要時作對照測試；注意收集及記錄的方法；最後是善用資訊科技，使測試過程及分析更具效率。

分析數據

同學可利用圖表進行數據分析的顯示媒介，這樣能夠更清晰地展現數據分析的結果，令讀者一目了然，但要注意所使用的圖表類型是否合適以及圖表的細節如比例和項目名稱等是否清晰地表達。數據的分析要合理，分析時要考慮各項因素的影響，才可作出合理的分析，以支持或修正假設。經常對假設、探究中的理論和測試結果的依據作出疑問，是推動思考的好方法，經過反覆的疑問和思考，就能有效地探究的準確性。

測試結論

注意測試的結果與結論是否有合理的因果關係。無論測試的結論是支持或推翻開始探究時所定的假設，結論本身都要與科學理論和測試結果有合理的因果關係。

目錄

前言		I
編者的話		II
STEM教育	香港教育大學科學與環境學系	VI
科學研究與發明	香港中文大學生命科學學院	VIII
夢想與飛行	香港科學館	XI
環保飛行	香港教育大學科學與環境學系	XIII
飛行科學	香港教育大學科學及環境學系	XV
環保與飛行	香港專業飛行協會	XVIII
資訊的處理	教育局資訊科技教育組	XX
評判大獎		
環保模型飛機	嘉諾撒聖家學校(九龍塘)	1
轉「嘈」為能	英華小學	7
飛機椅也減肥	樂善堂梁蕙芳紀念學校	14
便利餐具	九龍塘學校(小學部)	16
不一樣的飛行	中山市測試小學	20
比較三款環保模型飛機的飛行效能	鳳溪第一小學	26
跑道風力回收發電裝置	大埔舊墟公立學校	32
傑出獎		
利用學校常見廢物能做到模型飛機嗎？	嘉諾撒小學	37
畢翼宜飛·剪翅啟航	天主教明德學校	41
機場發電地板	香港浸信會聯會小學	44
食得環保	東華三院鄧肇堅小學	50
解放雙耳·舒適飛行	中山市石岐中心小學	54
綠綠無窮 衝天飛	東華三院冼次雲小學	58
飛機形狀與飛行的關係	順德聯誼總會伍冕端小學	62
繽紛彩碟 環保旅程	嘉諾撒聖方濟各學校(上午及下午校)	64
省力升起行李	浸信宣道會呂明才小學	68
飛越100呎	陳瑞祺(喇沙)小學	70
熱氣球飛行更環保嗎？	聖士提反女子中學附屬小學	72
節能衛理號	北角衛理小學	76
空中單車	聖保羅男女中學附屬小學	79
導流板奇想	保良局馮晴紀念小學	84
有營塑膠	筲箕灣崇真學校	87
The Green Airport	拔萃男書院附屬小學	92
能夠食用的飛機餐具	慈雲山天主教小學	95
紙·想·飛	元朗朗屏邨東莞學校	97
「油」「燃」自得	陳瑞祺(喇沙)小學	99

環保模型飛機



學校：嘉諾撒聖家學校(九龍塘)



組員：羅蔚晴同學、麥凱淇同學、李卓諺同學、陳沅盈同學、楊曉晴同學、張苑媛同學

教師：馮金養老師、黎為華老師、韓斐老師

意念

地球溫室效應日趨嚴重，高科技的產品嚴重地破壞環境。其中飛機所造成的空氣污染問題已越來越嚴重。飛機排出的廢氣對大氣造成的污染，遠在汽車之上，所以減少二氧化碳排放量為當務之急。我們希望透過這次的探究，透過設計、製作和測試不同的模型飛機，找出一個飛行效能較佳的綠色飛機模型，攜手設計新一代的減碳飛機，達到節能減碳的宗旨。

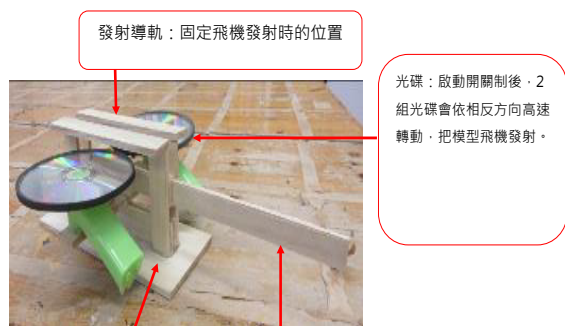
材料

模型飛機	發射台
木片、珍珠板、膠片、硬卡紙	*手提電風扇、*木條、乾電池、*廢光碟、防撞膠條、熱熔膠(*是回收利用物)
	
這是之前的活動剩下來可重用的環保物料	

設計

電動發射台

為減低人手發射飛機所造成的誤差，我們設計了一個電動發射台：






發射台的基座：使用廢木板為底座，既防止馬達轉動而產生搖晃、跳動，又穩重和方便移動。

發射輔助導軌：讓飛機沿直線發射

模型飛機





設計機身(型號)：

我們設計了3個不同傾斜度的機身，包括有水平、向上傾斜和向下傾斜。我們將使用以下3款不同形狀的機身進行不同的測試。

型號	外觀
A	
B	
C	

設計機翼(型號)：

我們設計了以下4款不同形狀的機翼進行測試。

型號	外觀
1	
2	
3	
4	

設計機型編號：

為方便進行測試及記錄測試過程，我們採用「機型編號」代表不同的機身及機翼組合。機型編號是由一個代表機身形狀的英文字母及一個代表機翼的形狀的數目字組成。

例如A1型飛機就是使用以下機身及機翼組成的。

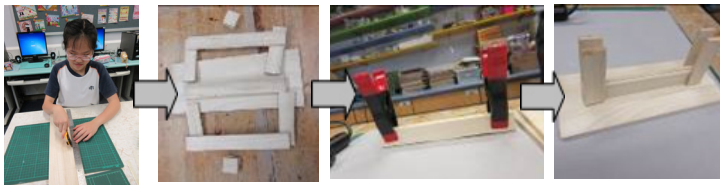


A型機身

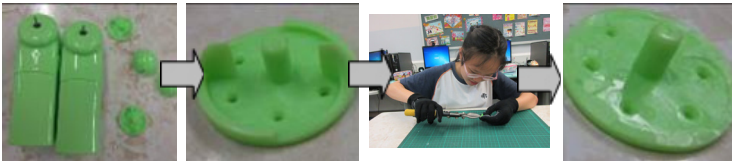
1型機翼

製作過程

1. 把木條切成發射導軌和固定用的支架，用熱熔膠把支架黏合固定，組裝發射台。



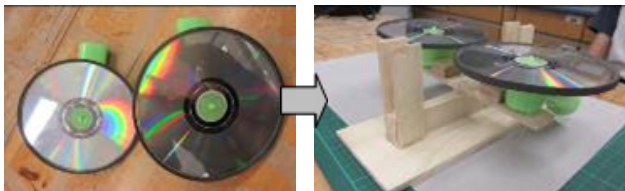
2. 除去手提電風扇多餘的部分，裁剪圓形膠片，作為小馬達轉軸與光碟片黏合的介面。



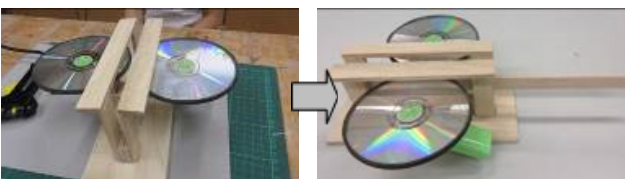
3. 用熱熔膠把2隻光碟黏合在一起，再用熱熔膠把圓形膠片與光碟黏合在一起，光碟的外圍黏上一條防撞膠條以增加摩擦力，以便發射模型飛機。



4. 把手提電風扇的馬達和光碟固定在一起，然後用熱熔膠把手提電風扇固定在發射台上，要注意兩組光碟不可互相觸碰或相距過大。



5. 用熱熔膠槍黏上木條，為發射台加上發射導軌和發射輔助導軌，以固定飛機發射的位置。

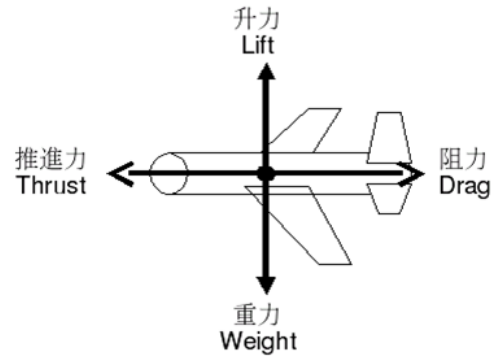


目的

1. 測試各種不同形狀、重量和環保物料的模型飛機，看看哪一種模型飛機飛得最遠。
2. 製作一個電動發射台，確保發射力度和發射角度一致，使測試更公平和準確。

科學原理

根據牛頓在物體運動的三大定律，飛機的力包括推力、阻力、升力和重力。推力由引擎產生，是為了使飛機前進。阻力是飛機前進時，空氣與之相反的力。升力是由於前進，在主翼上產生向上的力。重力是飛機的全體之重力。模型飛機本身沒有動力，推力由電動發射台提供。前進時主翼會產生向上升的力，但同時空氣阻力會使飛機速度降低。只要保持平衡，就可以一邊前進，一邊緩緩下降(此現象稱為「滑翔」)。只要能延長下降的時間(降低下降的速度)，並保持平衡就可以飛得很遠。



測試

測試一：哪一種機頭的重量能使飛機飛得最遠？

假設

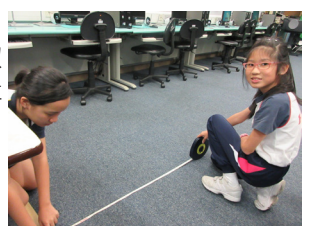
機頭的重量會影響飛行的距離。

控制變因

可改變的因素	不變的因素
機頭的重量	1. 機身的形狀 2. 機翼的形狀 3. 機翼的角度 4. 機翼的物料 5. 發射台的角度

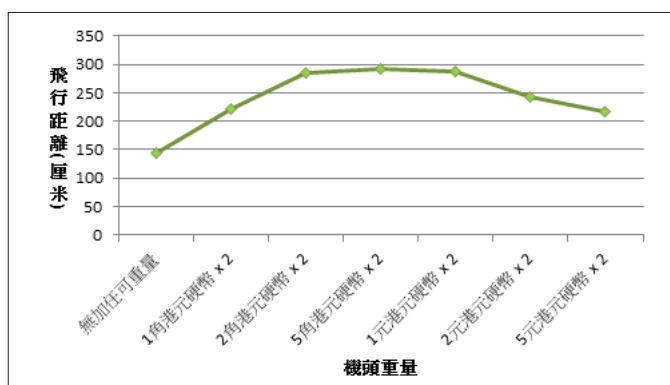
過程

1. 預備A1型飛機和一個電動發射台，把發射台調較至適當角度，再固定發射台。
2. 開啟電動發射台，讓光碟先轉動1分鐘，但必須確保光碟轉動的速度穩定。
3. 輕輕把模型飛機放在發射台的導軌上，慢慢地將模型飛機推向光碟，讓其自然發射。
4. 模型飛機完成飛行後，量度及記錄飛行的距離。
5. 重複步驟(3)至(4)二次，取得三次測試結果，得出平均值。
6. 換上機頭不同重量的硬幣，並重複步驟(2)至(5)。



測試結果

機頭重量	飛行距離(厘米)			
	測試 1	測試 2	測試 3	平均值
無加任何重量	130	146	153	143
1角港元硬幣 x 2	185	225	256	222
2角港元硬幣 x 2	281	286	292	286
5角港元硬幣 x 2	282	290	304	292
1元港元硬幣 x 2	287	285	290	287
2元港元硬幣 x 2	235	236	255	242
5元港元硬幣 x 2	195	219	240	218



滑翔機的前進速度是由地心引力所產生的，滑翔機是一面靠重力滑落，一面又藉此前進。

測試結果顯示，機身不是越輕越好，飛機有適當的重量可使飛行更穩定，飛得更遠距離。經過多次的測試後，我們發現5角硬幣是最適合貼在飛機兩面的，因為5角硬幣的重量剛剛好，不會太重或太輕。如果用1角硬幣和2角硬幣會過輕，未能穩定機身和推動機身前進，但1元硬幣、2元硬幣和5元硬幣則過重，增加了飛機的重力，會增加飛機飛行時能量的消耗，並減慢飛機的飛行速度。

測試二：哪一種機翼的角度能使飛機飛得最遠？

假設

機翼的角度會影響飛行的距離。

控制變因

可改變的因素	不變的因素
機翼的角度	<ol style="list-style-type: none"> 機身的重量(5角硬幣) 機身的形狀 機翼的形狀 機翼的物料 發射台的角度

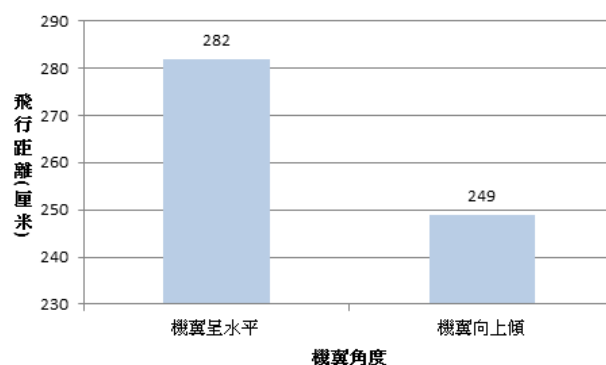
過程

- 預備A1型飛機和一個電動發射台，把發射台調較至適當角度後，再固定發射台。
- 開啟電動發射台，讓光碟先轉動1分鐘，但必須確保光碟轉動的速度穩定。
- 輕輕把模型飛機放在發射台的導軌上，慢慢地將模型

- 模型飛機完成飛行後，量度和記錄飛行距離。
- 重複步驟(3)至(4)二次，以取得三次測試的結果，得出平均值。
- 換上不同角度的機翼，並重複步驟(2)至(5)。

測試結果

機翼角度	飛行距離(厘米)			
	測試 1	測試 2	測試 3	平均值
機翼呈水平	261	273	313	282
機翼向上傾	227	257	264	249



機翼的作用就是改變氣流的方向，從而產生升力。不同的機翼角度會影響飛行的阻力，同時也會影響飛行的速度。測試結果顯示，機翼角度呈水平時，飛機飛行的距離最遠。這可能在這測試中，機翼向上傾的角度較水平時產生較小的升力。

測試三：哪一種機身的形狀能使飛機飛得最遠？

假設

機身的形狀會影響飛行的距離。

控制變因

可改變的因素	不變的因素
機身的形狀	<ol style="list-style-type: none"> 機身的重量(5角硬幣) 機翼的角度(呈水平) 機翼的形狀 機翼的物料 發射台的角度

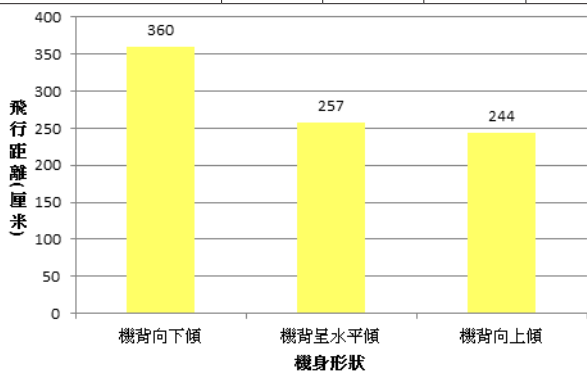
過程

- 預備模型飛機和一個電動發射台，把發射台調較至適當角度後，再固定發射台。
- 開啟電動發射台，讓光碟先轉動1分鐘，但必須確保光碟轉動的速度穩定。
- 輕輕把模型飛機放在發射台的導軌上，慢慢地將模型飛機推向光碟，讓其自然發射。
- 模型飛機完成飛行後，量度和記錄飛行距離。

- 重複步驟(3)至(4)二次，以取得三次測試的結果，得出平均值。
- 換上不同形狀的機身，並重複步驟(2)至(5)。

測試結果

機身的形狀	飛行距離(厘米)			
	測試 1	測試 2	測試 3	平均值
機背向下傾(A1型) 	349	360	371	360
機背呈水平傾(B1型) 	235	245	291	257
機背向上傾(C1型) 	231	245	255	244







空氣對飛行的模型飛機會產生阻力，要讓模型飛機飛得更遠，就必須降低飛行的阻力。測試結果顯示，相比其他兩種機背的飛機，機背向下傾的飛機飛得更遠，飛行的平均距離多出100厘米以上。這可能是由於機背向下傾的飛機面積和重量較小，在設計上較接近流線型，飛行過程中可以減少不必要的阻力，飛機能飛得更遠。

測試四：哪一種機翼的形狀能使飛機飛得更遠？

假設

機翼的形狀會影響飛行的距離。

控制變因

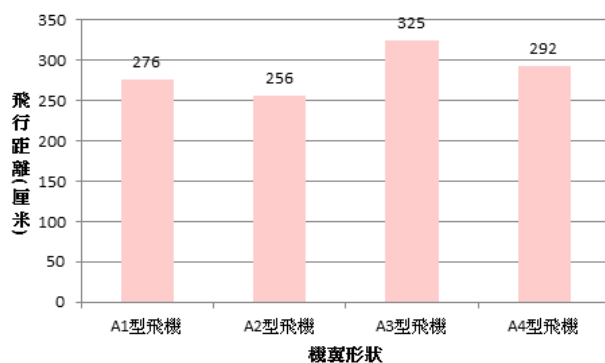
可改變的因素	不變的因素
機翼的形狀    	<ol style="list-style-type: none"> 機身的重量(5角硬幣) 機翼的角度(呈水平) 機身的形狀(機背向下傾) 機翼的物料 發射台的角度

過程

- 預備模型飛機和一個電動發射台，並把發射台調較至適當角度後，再固定發射台。
- 開啟電動發射台，讓光碟先轉動1分鐘，確保光碟轉動的速度穩定。
- 輕輕把模型飛機放在發射台的導軌上，慢慢地將模型飛機推向光碟，讓其自然發射。
- 模型飛機完成飛行後，量度和記錄飛行距離。
- 重複步驟(3)至(4)二次，以取得三次測試的結果，得出平均值。
- 換上不同形狀的機翼，並重複步驟(2)至(5)。

測試結果

機翼的形狀	飛行距離(厘米)			
	測試 1	測試 2	測試 3	平均值
 (A1型飛機)	245	282	300	276
 (A2型飛機)	209	276	284	256
 (A3型飛機)	307	331	338	325
 (A4型飛機)	276	289	312	292




測試結果顯示，A3型飛機的機翼飛行時受到的阻力較少，故能增進飛行效率，令飛行的距離更遠；而A2型飛機的機翼因為機翼的面積較大，增加與空氣接觸的面積，前長後短的設計令飛機難以破風，故飛行的距離是最短的。

測試五：使用哪一種環保物料設計機翼能使飛機飛得最遠？

假設

機翼的物料會影響飛行的距離。

控制變因

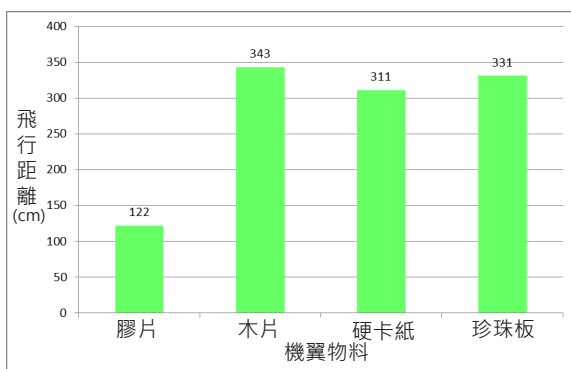
可改變的因素	不變的因素
機翼的物料 	<ol style="list-style-type: none"> 機身的重量(5角硬幣) 機翼的角度(呈水平) 機身的形狀(機背向下傾) 機翼的形狀 發射台的角度

過程

- 預備A1型飛機和一個電動發射台，並把發射台調較至適當角度後，再固定發射台。
- 開啟電動發射台，讓光碟先轉動1分鐘，以確保光碟轉動的速度穩定。
- 輕輕把模型飛機放在發射台的導軌上，慢慢地將模型飛機推向光碟，讓其自然發射。
- 模型飛機完成飛行後，量度和記錄飛行距離。
- 重複步驟(3)至(4)二次，以取得三次測試的結果，得出平均值。
- 換上不同機翼的物料，並重複步驟(2)至(5)。


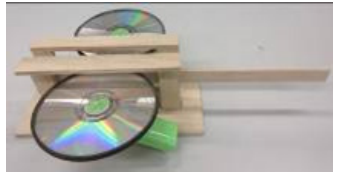
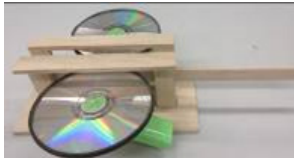

測試結果

機翼物料 (環保物料)	飛行距離(厘米)			
	測試 1	測試 2	測試 3	平均值
膠片	105	128	132	122
木片	323	326	381	343
硬卡紙	326	316	291	311
珍珠板	315	325	352	331



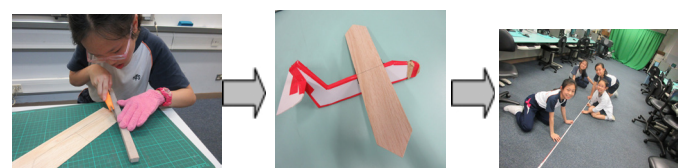
測試結果顯示，如機翼的物料是木片、硬卡紙和珍珠板，該飛機的飛行距離相近，因為這三種環保物料的硬度和重量差不多；而機翼的製作物料是膠片的話，飛機的飛行距離較近，因為膠片太軟，未能產生較大的升力。因此，機翼的物料是木片的飛機，飛行的距離最遠。

困難和改良

困難	改良
<ol style="list-style-type: none"> 製作機翼時，兩邊機翼大小不相同。 	<ol style="list-style-type: none"> 先把草稿紙對摺，畫出一邊的機翼，然後用對摺方法剪出兩邊大小相同的機翼，再複印在其他環保物料上。
<ol style="list-style-type: none"> 使用手動發射台測試時，模型飛機飛得不穩定，而且不夠遠，導致數據相差很大。  	<ol style="list-style-type: none"> 我們製作電動發射台取代手動發射台，因為電動發射台是使用兩隻相反旋轉的光碟為模型飛機產生推力，力量更大，發射台就更穩定。 
<ol style="list-style-type: none"> 使用電動發射台，每次發射出去的飛機都不太穩定。  	<ol style="list-style-type: none"> 在電動發射台的導軌前端，加上兩條小木條在輔助導軌上，用以固定機身的發射位置。 
<ol style="list-style-type: none"> 測試飛機的數據相差很大。 	<ol style="list-style-type: none"> 由於我們是在室內進行測試，故不開啟空調和電風扇，以免其他氣流影響飛機的飛行。

總結

在這次測試中，我們發現飛機的機頭要使用兩個五角硬幣的重量，而飛機的機翼則用木片作為材料，並使用了向下傾斜的機背，才能使飛機飛得更遠。我們希望透過這次研究，製作出一款最環保的飛機。經過我們多次的測試，發現飛機如果用不同形狀的機身、機翼，或者改變機頭的重量，在同樣的發射能量下，飛機的飛行距離也會有很大差別。如果可以找出最理想的飛機形態、飛機重量及機翼角度三者的比例，就能節省很多飛行所需要的能量，應用到正式的飛機上，亦可減少運用燃料的可能性，以減低污染的機會和對自然環境的破壞。



我們根據測試中的結果，製作了這最環保的飛機，再進行測試，結果它的平均飛行距離是367cm，也是最遠的。

感想

羅蔚晴同學

經過這次常識百搭的活動，讓我明白到原來令飛機能在天空中展翅飛翔，中間是有很多不同的學問。此外，要成功設計一隻既能節省能源又飛得遠的飛機，更是我們需要繼續努力探索的範疇。感謝老師的教導，令我在這個活動中對飛機的知識增進了不少，例如機頭用硬幣重量探索重心這方法，是老師指導我們有關飛機原理後，我和同學一起嘗試了很多不同的方法才可以成功飛行得遠呢！

麥凱淇同學

在今次的探究過程中，我要在互聯網和書籍搜集有關飛機的資料，我們還需要找尋各種環保物料來製作飛機和發射台，以進行飛機的飛行測試，務求令模型飛機能成功飛行。在整個的探究過程中，我們起初想到自己能製作一架會飛的飛機時，我有無比的興奮心情。我們在製作和測試的過程中，沒有想像中那麼容易。當中遇到了無數次的失敗，令人氣餒和沮喪。幸好得到老師從旁協助和指導，問題才可以迎刃而解。在經過這次的測試後帶給我成功感和自信心，令我明白到做每一件事都要有恆心、細心、耐性才能達到目的，最重要是發揮了與組員的合作性，發揮了團隊精神，今次的報告才得以順利完成。

李卓諺同學

這次是我第一次參加常識百搭這個活動，令我感受到製作飛機是有樂趣的。以前我想這次的製作過程是與我無關的，沒想到在自己動起手來的時候是多麼的困難，而且當中有很多學問是我從前沒有見識的，例如機翼有甚麼形狀才能呈現出最遠距離？機身是水平還是向上傾斜較好等。經過這次常識百搭令我獲益良多，大開眼界。最後感謝各位老師這段時間的幫忙。

陳沅盈

今次的常識百搭真的令我獲益良多，大開眼界。在準備的過程中，我和組員一起搜集資料，雖然大家都會有不同意見，但我們都能做到和而不同。見到大家努力下的成果，我感到非常驕傲。姑勿論今次常識百搭活動結果如何，我都贏到了大家的友誼及發揮了團隊的精神。

楊曉晴同學

這次常識百搭讓我學會了很多從前沒有機會接觸過的知識，例如：怎樣準備製作飛機的材料、運用科學原理設計機翼和機身等，使我獲益良多。另外，我也學會了做任何事情，只要大家發揮團結精神，便能邁向成功。最後我衷心感謝師們的細心指導，才令我們很快便能夠掌握這個課題。

張菀媛同學

在這次的常識百搭中，我和組員們都遇到了很多困難，在我們互相鼓勵和老師的協助下，跨過種種的困難，我們才得以完成。在這個探究過程中，使我明白了很多關於飛行的知識，例如飛機的構造和原理等等。最後，測試過程中令我明白到團體合作的重要性，這次的活動令我大開眼界和獲益良多。

參考資料

- 中村寬治(2011)：《飛機的構造與飛行原理(圖解版)》，台灣，晨星出版社。
- 陳秀琴(2007)：《動動手玩科學·機械篇》，香港，閣林國際圖書。
- Nicholas Harris(2008)：《機械與發明》，香港，明天國際圖書。
- 亞太科學教育論壇(2004)：「飛行」和「紙飛機」的教學活動，瀏覽日期：8-3-2016，http://www.ied.edu.hk/apfsIt/v5_issue1/ngph/ngph3a.htm
- 第十九屆『常識百搭』(2016)：飛行科學網上文件，瀏覽日期：10-4-2016，<http://www.hkedcity.net/ises/cht/whatsnew.html>
- 第十九屆『常識百搭』(2016)：環保飛行網上文件，瀏覽日期：15-4-2016，<http://www.hkedcity.net/ises/cht/whatsnew.html>
- 維基百科(2016)：牛頓三大定律，瀏覽日期：26-4-2016，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E8%BF%90%E5%8A%A8%E5%AE%9A%E5%B%E%8B>
- 維基百科(2016)：摩擦力，瀏覽日期：28-4-2016，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%91%A9%E6%93%A6%E5%8A%9B#.E5.9B.BA.E4.BD.93.E8.A1.A8.E9.9D.A2.E4.B9.8B.E9.97.B4.E7.9A.84.E6.91.A9.E6.93.A6.E5.8A.9B>

小貼士



設計和探究結合自然。製作發射台來作測試的構思很值得讚賞，並經過不斷改良設計，令測試結果更公平，可見同學的努力。建議可集中測試數項變因，使結果更為精準。

轉「噪」為能



學校：英華小學

組員：甄奕山同學、林希樂同學、楊睿哲同學、李卓謙同學、朱汶謙同學

教師：徐凱盈老師、吳國銘老師

探究靈感

我們乘車到機場時，發現機場附近噪音非常吵耳，噪音是由於飛機升降推動引擎時所發出的。在常識課中，我們知道有些能量形式無可避免會被浪費，但重要的是能量形式是可以轉換的。我們開始想，如果能把飛機引擎發出的噪音轉化為有用的能量，例如光能為機場提供照明，我們就能把這些每天不斷被浪費的能量變得更有實際用途。

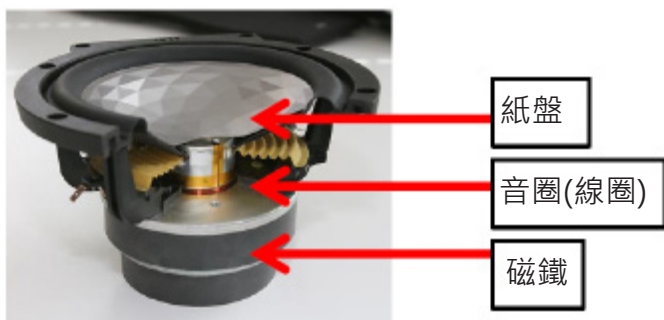
探究目的

我們在網絡上搜尋有關資料，得悉有台灣中學生曾進行有關聲音發電的測試(參考資料一)。參考他們利用喇叭收音發電的方法，我們購買一些喇叭，並探究利用喇叭收集機場附近噪音而用來發電的可行性。

科學原理

發電原理 - 法拉第 (Faraday) 電磁感應定律

聽起來喇叭能發電似乎是匪夷所思，其實它是運用了電磁感應的原理。根據法拉第(Faraday)的電磁感應定律 (Electromagnetic induction)，當線圈的磁通量產生變化時，線圈就會產生感應電動勢。如果是閉合電路便會有感應電流流過。以下是喇叭的構造：



我們知道聲音能使物體產生震動。飛機發出的噪音能令喇叭紙盆產生震動，令下面的金屬線圈移位。由於線圈和下面磁鐵的距離不斷改變，線圈內的磁通量也有變化，產生感應電動勢；如令線圈變成閉合電路及加上電阻，便會產生感應電流。從能量轉換的角度看，就是由聲音轉化為動能，最後再轉化為電能。

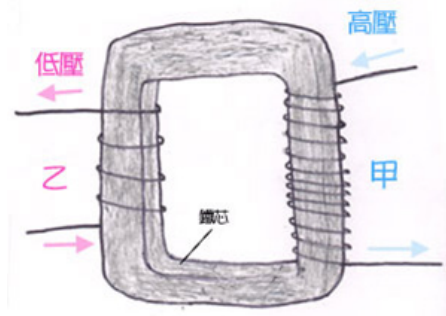
升壓變壓器

從參考資料一，我們知道喇叭發出的電壓非常小，不足以令發光二極管(LED)亮起。我們到訪學校附近的鴨寮街，店內職員告訴我們可以利用3V轉220V的變壓器來解決這個問題。

經過資料搜集(參考資料二)，原來變壓器通常包含兩組線圈，兩組線圈並沒有相連。在升壓變壓器中，輸入電流的線圈(初級線圈)數量較少，輸出線圈(次級線圈)數量則較多。當交流電流通過左邊的線圈時，由於電流方向不停轉變，次級線圈的磁通量不停變化。根據電磁感應定律，右邊的線圈便會產生電勢差及感應電流。而線圈較多的一方，電壓亦會較原來的大。一個3V~220V的變壓器，就能令電壓提高約70倍!

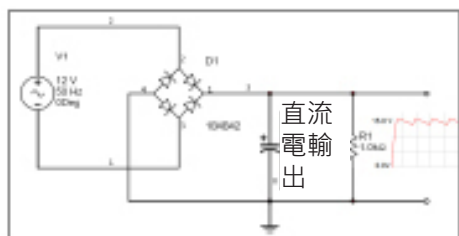
交流電(Alternative Current, AC)、 直流電(Direct Current, DC) 與橋式整流

從參考資料三，我們知道收音喇叭產生的電流是交流電。交流電是大小和方向都隨時間轉變而有週期性變化的電流。對我們來說，交流電的好處是可以利用變壓器進行升壓。我們不能利用校內的萬用錶(Multimeter)取得電流和電壓的讀數，因萬用錶(Multimeter)只適用於直流電。直流電是單向流動的電荷。由於我們利用發電量功率(Power)作為是次測試的依變項(Dependent Variable)，而發電量功率與電流和電壓的大小有關，因此我們必須把交流電轉為直流電進行探究。



幸好，我們請教學校夢工場的老師，他幫助我們製作了一個「橋式整流」的電路，並告訴我們這電路可以把喇叭製造的交流電轉為直流電，但過程中會有一定的能量消耗。雖然萬用錶的數值比真正由喇叭製造的電壓和電流小，但至少我們能讀取電流和電壓數字。

橋式整流電路



頻率、聲量和波形

由於我們要探究飛機噪音是否能令喇叭更有效發電，我們先要了解飛機噪音的特性。我們明白聲音有不同的頻率、聲量和波形(參考資料四)。因此，我們嘗試以聲音作為及後測試的獨立變項，進一步了解不同的聲音如何影響喇叭的發電效能。

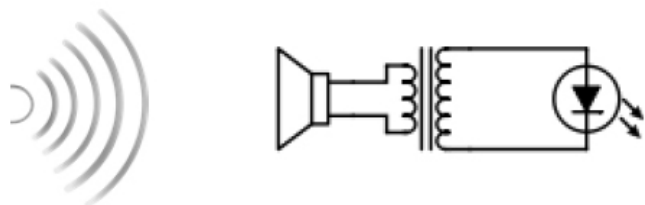
測試材料

1. 電腦
(利用網上發聲工具：<http://plasticity.szynalski.com/tone-generator.htm> 發出頻率不同以及波形相同的聲音，並可調校音量)
2. 低音喇叭一台(發聲喇叭)
3. 直徑5吋、7吋和8吋的收音喇叭
4. 3V升壓至220V變壓器
5. 橋式整流裝置電路板
6. 萬用錶兩個
7. LED
8. 數據記錄儀(Datalogger) (測試聲量大小)
9. 間尺
10. 鱷魚夾線大量
11. 示波器(CRO)
12. 海綿

測試過程-未經改良的測試

測試一

我們開始時直接用已錄製的機場噪音發電，聲量最大時接近120分貝，而發聲喇叭和收音喇叭距離有5厘米。測試的電路圖如下：

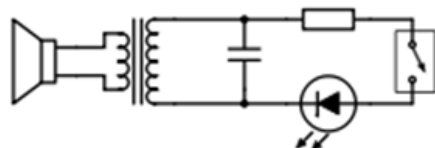


測試結果

LED只是間中亮起。雖然這證實利用喇叭接收聲音發電是可行，但利用這個電路設計根本不可能為機場提供穩定的電力。

測試二

觀察測試一所產生的問題，我們想起曾參加校外的超級電容車比賽，知道電容車在儲電後，可以透過開關釋放穩定的電流。因此在測試二中我們嘗試在電路上加上電容和開關，看看能否利用飛機噪音令電容充電，並在我們需要照明時才利用開關令電容放出穩定電流令LED亮起。電路圖如下：



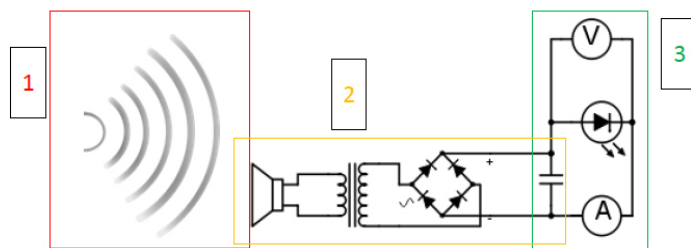
測試結果：

我們把喇叭聲音調校至最大，而發聲喇叭和收音喇叭距離10cm，LED需要約70秒才才能持續亮起。當發聲喇叭和收音喇叭的距離增加至25cm時，LED在5分鐘內更也沒有亮起。結果與我們預計的落差很大，我們預計在測試中LED會快速亮起，可是喇叭距離已有25cm時，LED也無法亮著。故我們初中得出，飛機噪音和這個電路裝置並非是最有效的發電方法，我們嘗試改良測試設計，繼續探究以下兩個問題：

1. 喇叭接收飛機噪音後，發電量功率低的原因。
2. 如何能提高喇叭接收飛機噪音的發電量功率。

測試設計-改良版

以下是我們進行測試改良測試時主要的電路圖：



利用飛機噪音和電腦工具產生不同頻率和聲量的聲音，透過低音喇叭發聲進行測試。收音喇叭產生的電流通過變壓器升壓，產生高壓的感應，電流會通過橋式整流裝置變成直流電。經升壓和整流後的電流會通過LED，如電量足夠，LED便會亮起。我們同時可透過兩個萬用錶讀取通過LED的電壓和電流大小，並會用手機程式計算LED亮起所需要的時間。(老師教導我們以並聯方式連接測電壓的萬用錶、以串聯方式來連接測電流的。)我們會用間尺確保發聲和收音喇叭距離相同，並放海綿在兩個喇叭的底部，以防喇叭因桌子震動(而非聲音)而產生電流

以下照片是我們進行測試時的情況：



變項設定

獨立變項(Independent Variable)

聲音方面

音量：音量愈大，聲能愈大。

頻率：振動物件的大小會影響發聲的頻率
波形

收音喇叭方面

面積：在音樂課時知道了低音喇叭面積較大，中高音喇叭的面積則較小，我們估計不同面積的喇叭在收不同頻率聲音的發電效能會不同。

喇叭數量：像電池串聯時所提供的電量較多，我們相信收音喇叭串聯接駁能產生更大的電能。

依變項(Dependent Variable)

開始收音至LED亮起的時間

經橋式整流後，電容需要短暫充電才會開始釋放電力。我們相信，LED亮起的時間愈短，代表聲音製造的電流和電壓較大。

發電量功率(Power)

發電量功率大和電壓與電流大小有關。由於電容令電壓維持在接近的水平，因此我們主要量度電流代表發電量功率。我們知道，發電量功率愈大，在相同時間內利用電池或電瓶儲到的電量便會愈多，用途就會更廣。

控制變項(Control Variable)

發聲喇叭與收音喇叭的距離

聲音傳播時，會隨著距離大小而減弱其能量，收音喇叭的發電量亦會較少。因此，我們在測試中必須保持喇叭之間的距離相同。

喇叭質料

購買大小不同的收音喇叭時，我們向店員確保喇叭膜的質料是相同的紙膜，磁鐵物料亦是相同。

背景聲音及物理震動

我們每次進行測試前均用數據閱讀器測試背景聲音，確保它們維持在相同的水平，加上我們會用海綿放在發聲及收音喇叭下，避免發聲喇叭令桌面震動，影響測試結果。

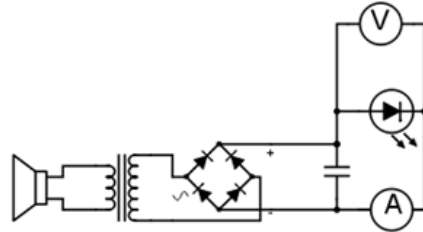
音量或頻率

部分測試可能以音量或頻率作控制變項，我們會以數據記錄器(放在收音喇叭旁)控制音量，以網上發聲工具控制頻率。

改良後測試過程

改良測試一：測試不同頻率的聲源與發電量功率的關係

我們假設不同大小的收音喇叭對每個頻率的發電量功率也不同。大的喇叭收低音時產生電流更大，小的收較高音時產生更大電流。我們利用網上發聲工具發出不同頻率的聲音，用不同大小的喇叭接收及發電，並利用數據閱讀器令聲量維持相同。電路圖如下：

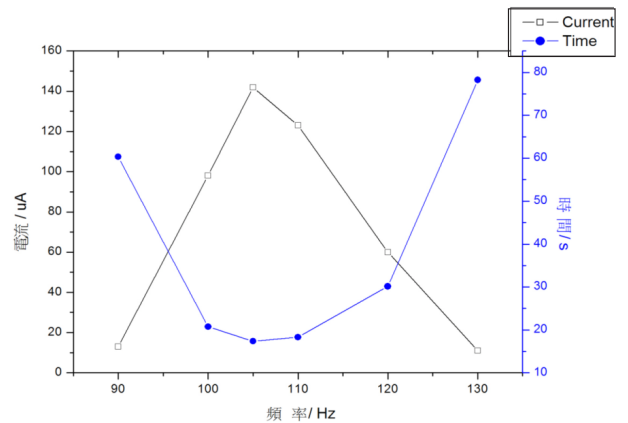


測試結果

5吋喇叭在不同頻率聲音下產生的電流及LED亮起時間

頻率 (Hz)	電壓 (V)	電流 (A)	LED亮起所需時間 (秒)	聲量 (Db)	喇叭距離(cm)
90	2.42	13	60.36	99.8	10
100	2.49	98	20.74	99.8	10
105	2.51	142	17.36	99.8	10
110	2.5	123	18.27	99.8	10
120	2.47	60	30.13	99.6	10
130	2.41	11	78.27	99.7	10

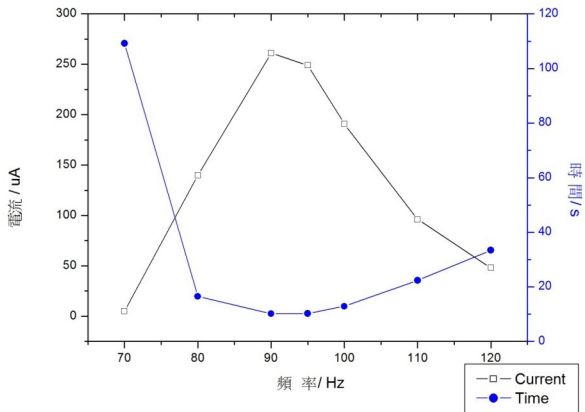
5吋喇叭在不同頻率聲音下產生的電流及LED亮起時間



6吋喇叭在不同頻率聲音下產生的電流及LED亮起時間

頻率 (Hz)	電壓 (V)	電流 (A)	LED亮起所需時間 (秒)	聲量 (Db)	喇叭距離(cm)
70	2.39	5	109.22	99.8	10
80	2.51	140	16.49	99.6	10
90	2.53	261	10.14	99.8	10
95	2.53	249	10.26	99.9	10
100	2.52	191	12.88	99.6	10
110	2.49	96	22.35	99.7	10
120	2.46	48	33.39	99.8	10

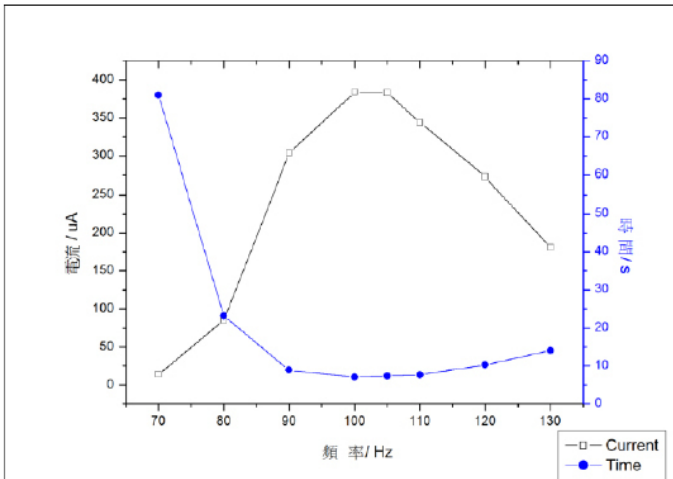
6吋喇叭在不同頻率聲音下產生的電流及LED亮起時間



8吋喇叭在不同頻率聲音下產生的電流及LED亮起時間

頻率 (Hz)	電壓 (V)	電流 (A)	LED亮起所需時間 (秒)	聲量 (Db)	喇叭距離 (cm)
70	2.42	14	81	99.8	10
80	2.48	85	23.23	99.8	10
90	2.54	304	8.91	99.8	10
100	2.55	384	7.08	99.8	10
105	2.55	383	7.35	99.6	10
110	2.55	344	7.68	99.9	10
120	2.54	273	10.28	99.6	10
130	2.52	181	14.03	99.7	10

8吋喇叭在不同頻率聲音下產生的電流及LED亮起時間



分析

我們發現每個喇叭在接收某個頻率聲音時，會令LED最快亮起，產生最大的電流(峰值)，例如8吋喇叭在接收100-105Hz的聲音時，LED只需7秒左右便亮起，電流達384uA。但當聲音頻率減少至70Hz，LED需81秒才亮起，產生的電流只有14uA。

同時，與不同大小的收音喇叭比較，我們發現用面積較大的喇叭在各自「最佳頻率」下產生的電流是較大的。即使聲音頻率轉變，面積較大喇叭產生的電流亦能維持在一個較大的水平。

此外，不同面積喇叭的「最佳頻率」也不同。5吋喇叭接收105-110Hz音頻能產生最大電流、6吋是90-95Hz、而8吋是100-105Hz，似乎沒有面積較大、收低頻聲音較佳的情況。然而，我們在機場利用電話程式實地測試噪音頻率，發現飛機噪音的音頻不停轉變，亦高於200Hz，相信這是飛機噪音的發電量功率低的原因。

結論

每個喇叭接收某特定頻率時，發電量功率最佳。面積較大的喇叭對不同音頻的有效工作範圍(Working Range)較大，發電量功率最佳。飛機噪音有多個音頻，也不是喇叭最佳發電頻率。

改良測試二：測試不同聲量與發電量功率的關係

聲量大小會影響聲音波形的幅度，幅度越大，震動力量越大。我們推測聲量較大令喇叭震動幅度愈大，而產生更大的發電量。我們利用測試一的電路裝置進行測試。是次測試，我們會改變聲量的大小及利用數據獲取器測量音量；頻率保持不變並以每個喇叭的最大發電量功率的頻率作為標準；依變項保持不變。

數據結果

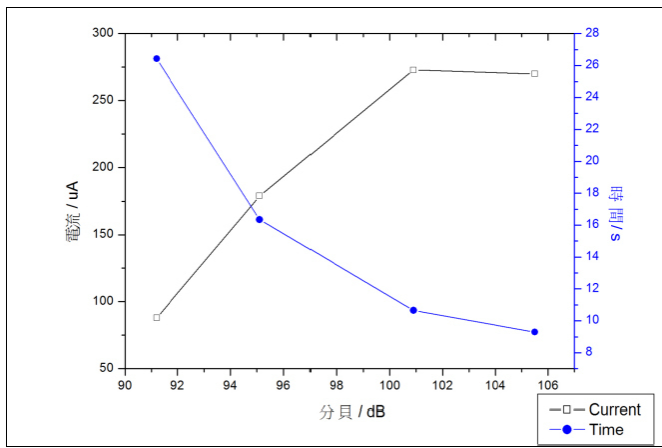
5吋喇叭

音量 (Db)	電壓 (V)	電流 (uA)	LED亮起所需時間 (秒)	頻率 (Hz)	喇叭距離 (cm)
90	----	----	>3分鐘仍沒有亮起	120	10
95	----	----	>3分鐘仍沒有亮起	120	10
100.3	----	----	>3分鐘仍沒有亮起	120	10
105	2.4	68	16.04	120	10

6吋喇叭

音量 (Db)	電壓 (V)	電流 (uA)	LED亮起所需時間(秒)	頻率 (Hz)	喇叭距離 (cm)
91.2	2.49	88	26.43	90	10
95.1	2.51	179	16.34	90	10
100.9	2.53	273	10.65	90	10
105.5	2.54	270	9.3	90	10

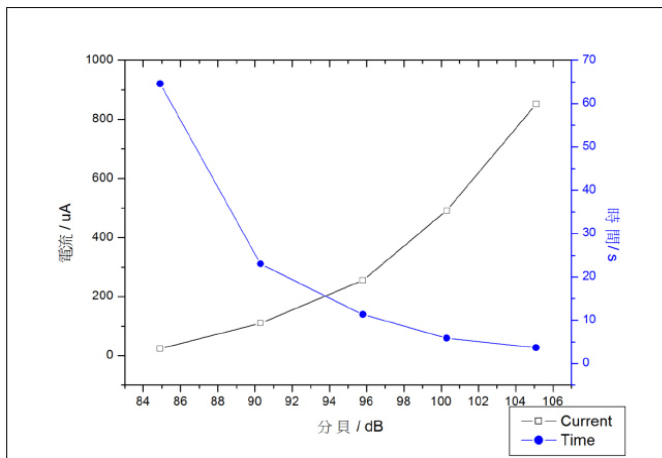
6吋喇叭在不同的聲量與發電量功率的關係



8吋喇叭

音量 (Db)	電壓 (V)	電流 (uA)	LED亮起所需時間 (秒)	頻率 (Hz)	喇叭距離 (cm)
84.9	2.44	24	64.64	100	10
90.3	2.41	110	23	100	10
95.8	2.53	255	11.33	100	10
100.3	2.57	492	5.84	100	10
105.1	2.61	852	3.65	100	10

8吋喇叭在不同的聲量與發電量功率的關係



數據分析

音量越大，不論喇叭面積的大小，所產生的電流也會遞增，LED亦會更快亮起。但是面積小的喇叭在相同的聲量所產生的電流較面積大的喇叭所產生的電流小，例如：5吋喇叭在105分貝以下未能能在短時間內產生電流及令LED亮著；而6吋喇叭及8吋喇叭在90分貝以上都能在短時間內產生電流及令LED亮著(少於1分鐘)。根據我們實地考察結果所得，飛機場附近的飛機升降音量一般大於90分貝，我們相信只要喇叭的面積較大，機場的噪音能令收音喇叭產生足夠的發電量功率令LED亮起。

另外，我們發現6吋喇叭在音量達至100分貝或105分貝時，所產生的電流差不多，即表示當音量達至收音喇叭的極限時，所產生的電流就不會再提升；喇叭面積越小，收音極限越低。

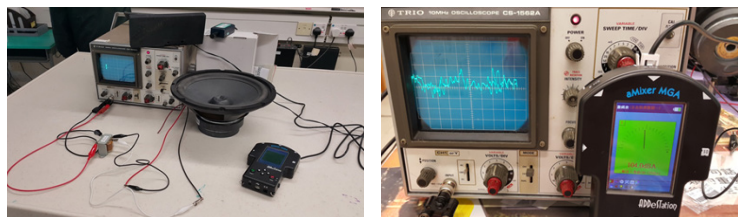
改良測試三：測試聲音的波形與發電量功率的關係

我們從參考資料四知道，噪音由不同頻率的聲音組成，會形成不規則及雜亂的波形(複合波)。我們推測有規則波形的聲音比不規則波形的聲音產生更大的發電量。為了測試飛機聲音所產生的波形與其產生的電壓，我們把裝置連接示波器，以顯示所產生的波形及電壓。

電路如下：



首先我們播放單一頻率的音源作測試，在99.4dB 的音量下，它在示波器上顯示的波形不單有規律，而且電壓峰值超過2V。



然後我們播放飛機噪音作測試，在99.4dB 的音量下，它在示波器上顯示的波形沒有規律，電壓峰值亦不足1V。

這證明了飛機聲音的波形不規則，所產生的電壓亦較低。我們同時亦想知道兩種聲音所產生電流及LED亮起所需時間的分別，就以改良測試(一)的裝置來讀取兩種聲音所產生電流及LED亮起所需時間。結果如下：

	飛機聲音	單一頻率聲音
產生的電流	12-146uA	237uA
令LED亮起的時間	76.74s	11.79s

我們發現即使音量相近，波形有規律的聲音令LED亮起的時間比沒有規律的快接近7倍，所產生的電流亦較大。

結論

測試的結果符合我們的假設，由於飛機聲音夾雜不同的頻率，不規則聲音波形減低喇叭發電量功率，飛機聲音不能令電容短時間內放電。

改良測試四：測試收音喇叭數量與發電量功率的關係

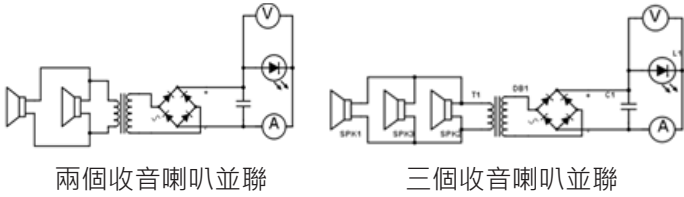
根據以上結果，我們發現若果以單一喇叭收音限制收音了範圍，從而減低發電量功率，而在現實的環境中，我們更無法改變飛機的聲量及頻率。要提高發電量，我們估計如果把喇叭的數量增加，以串聯或並聯的方式把喇叭連接，或有可能提升發電量。

串聯方式接駁電路

最初我們以串聯形式接駁電路，當把2個喇叭串聯在一起時，我們發現電流不但沒有增加，反而減少；當以串聯方式接駁3個喇叭時，電流亦相應減少。

並聯方式接駁電路

我們改用並聯方式接駁電路，我們首先固定喇叭擺放的位置，發出單一頻率及飛機噪音令到每個喇叭能產生相同的電流，所接駁的電路如下：

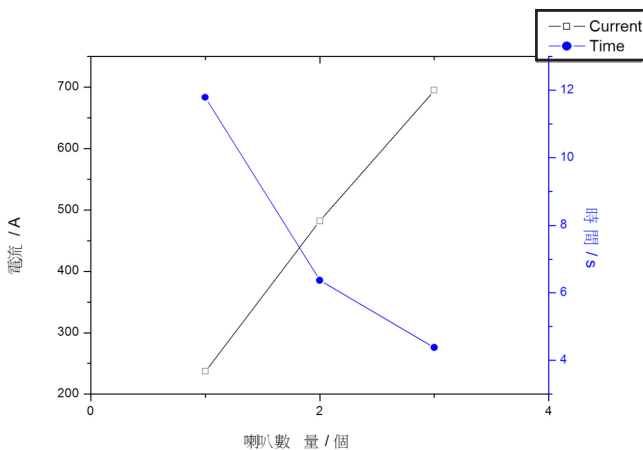


測試結果

收音喇叭數量(並聯)所產生的電流以及發聲後LED亮起時間 (單一頻率)

喇叭數目	電壓 (V)	電流 (uA)	LED亮起所需時間 (秒)	頻率 (Hz)	聲量 (dB)	喇叭距離 (cm)
1	2.54	237	11.79	100	103	/
2	2.58	482	6.37	100	103	/
3	2.6	695	4.38	100	103	/
4	2.58	632	5.42	100	103	/

收音喇叭數量(並聯)所產生的電流以及發聲後LED亮起時間 (單一頻率)



收音喇叭數量(並聯)所產生的電流以及發聲後LED亮起時間 (飛機噪音)

喇叭數目	電壓 (V)	電流 (uA)	LED亮起所需時間 (秒)	頻率 (Hz)	聲量 (dB)	喇叭距離 (cm)
1	2.47	12-146	76.74	100	99-103	/
2	2.47	36-179	39	100	99-103	/
3	2.47	100-410	30	100	99-103	/
4	2.47	80-375	36	100	99-103	/

分析

我們發現以單一頻率聲音時，每增加一個喇叭，所製造的電流會以倍上升，LED會更快亮起來。但是當增加至4個喇叭時，電流就開始稍微減弱。

我們再把音源改成飛機噪音，結果發現所產生的電流同樣會因應喇叭數量增加，但並非有規律地倍增；此外，當增加至第4個喇叭時，產生的電流亦同樣開始下降。

結論

收音喇叭以每三個一組的並聯方式接駁，發電量功率最好。

困難

在這次的科學探究活動中，我們遇到不少問題及困難，大致可分成技術困難及學術困難兩個範疇。

技術方面

我們在測試的過程中只能用一個位置固定低音喇叭的發聲，但現實環境中，機場跑道上的噪音來自四面八方，音源位置不停轉變，我們在室內進行測試是無法模擬這種情況。

我們利用低音喇叭播放錄製的飛機噪音作為音源，雖然錄音是來自真實的飛機升降聲音，但與現實的機場環境所製造出的聲音仍有分別。

我們這次只能以三種尺寸的喇叭收音來發電，這些喇叭只能有效地接收某一個範圍的低頻聲音(80-150Hz)發電。礙於喇叭的限制，我們無法測量其他尺寸的喇叭在高頻率的聲音是否能有效發電。

為了方便閱讀數據及防止短路，我們在電路上加了電阻，例如：二極管、電容及萬用錶，這些裝置會減低由聲音產生的電流和電壓，令讀數比實際的數據少。

學術方面

我們發現即使在相同的分貝下，收音喇叭與發聲音源的距離越遠，所產生的電流越小。我們在翻查不同的文獻資料後，仍未找到解釋原因。我們只能推斷音量可以解讀成聲音壓力(sound pressure level)或聲音強度(sound intensity level)，兩者的關係並非成正比。如果我們只是維持聲音壓力(sound pressure level)不變(即分貝儀上的讀數不變)，但其聲音強度(sound intensity level)或會因為距離的不同而有不同幅度的影響。但這只是我們的推斷，至今仍未能解釋這個情況。

總結

1. 喇叭只能在狹窄的音頻範圍內有最佳的發電量功率，飛機噪音音頻不一會令發電量功率較低。此外，飛機噪音由多個音頻合成，波形不規則，令發電量功率較低。
2. 音量愈大，喇叭的發電量功率愈大，機場中噪音的音量足夠令LED亮起。
3. 利用喇叭收集機場附近噪音發電是可行的。通過今次的測試，我們發現要增加發電功率，必須選擇收音範圍較闊的喇叭、面積較大的喇叭與及以三個並聯方式接駁。

感想

朱汶謙同學

我們在做這個測試時，十分講求團體合作精神。如果我們各做各事，互不分工，就不可能成功把收音裝置砌好。當我們遇到任何困難時，我們都需要發揮團體精神，問題就會迎刃而解。我也明白我們做事情一定要一絲不苟，正所謂「差之毫釐，謬以千里」，如果我們在量度收音喇叭各發聲喇叭的距離不準確的話，結果就完全不同了。在做這個轉「嘈」為能的測試的過程中，我學習了很多不同的科學原理。其中，我們最為常用的就是法拉第的電磁感應原理，它是運用線圈內的磁場改變來產生電流。我們希望用這個原理來為現今的機場提供穩定的電力。

林希樂同學

在這個測試中我學會了要有合作精神，因為在測試中可能有不同的工作，例如計時、記錄分貝、電壓、電流等工作，任何一位同學有錯誤會造成測試不公平，整個測試便要重新再來。此外，我們對科學探究亦要有一定的熱情和投入。雖然測試中我們要承受大量噪音，很煩擾，當中亦有不少失敗的經驗，如電壓太大弄壞了LED、不能閱讀交流電的電壓和電流等，但我們只要對科學探究有熱情，不怕失敗，不斷地搜尋資料和請教老師，便能找到解決問題的方法。

甄奕山同學

我覺得這次的探究十分特別，因為我們今次需要播放大量噪音，過程中的確很難受。可是當我們發現利用飛機的噪音真的能令LED亮著的時候，就覺得這樣不停做是非常值得。這個測試不但能為香港機場提供電能，更能減少燒煤產生的廢氣。保護環境。我在這次的測試中學會電磁感應的原理等不同電路的科學原理，此外，這個測試需要很高的合作性才可取得數據，測試的過程真的十分難忘。

楊睿哲同學

我在今次活動中獲益良多。其實在測試的一開始時，LED是完全沒有亮起的，令我們一度感到沮喪。後來，我們獲得不同的資料，例如利用變壓器等，部分測試能令LED亮起，但又無法讀取電流和電壓等重要數據。經過我們不斷搜尋資料和請教老師，不斷的改良測試設計，最後這些問題都能得以解決。

我很期望有一天，看到機場真的會有接收聲音發電的裝置，把我們的想法實現出來，成為另一種清潔、經濟的發電方法。

李卓謙同學

是次探究活動中我最難忘的就是每次開始測試前也要把每個裝置正確地接駁，其實接駁的方法並不容易，任何接駁出現問題也會令測試不能讀取所需的數據。此外，很多控制變項如喇叭之間的距離、背景聲音等也要在測試前作出測量，如沒有做這步驟，可能會影響測試結果的可靠性。我感受得到作為一個科學家，他們在測試中每個細節也要小心翼翼，否則測試結果就不再可信。

參考資料

桃園縣立壽山國民中學. (無日期). 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會. 2015年11月8日 擷取自 聲音發電: <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/030803.pdf>

黃福坤. (2011年06月20日). 聲音的三要素 ——響度、音調、音品. 2016年3月30日 擷取自 國立台灣師範大學物理系: <http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/html.php?html=modules/sound/section2>

電工機械. (無日期). 2015年11月8日 擷取自 變壓器的原理: <http://www.eyebok.com.tw/books/01E32/01E32-CAT.pdf>

小貼士

利用能量轉換，將噪音轉化為電能的設計，甚具創意。另外，同學亦能利用科學探究，解決試驗時所遇到的難題。建議同學於報告中顯示其他有效的儲電方法，以加強研究的實用性。



飛機椅也減肥?



學校：樂善堂梁蕙芳紀念學校

組員：朱兆天同學、梁雲峰同學、麥梓騏同學、郭駿傑同學、何芷芊同學、黃寶儀同學

教師：張楚雯老師、吳立基老師、林美玲老師

意念

香港的空氣污染主要來自交通工具，例如飛機燃料所排放的污染物當中包括了導致全球暖化的二氧化碳、二氧化硫和一氧化碳等。然而，飛機的重量與燃料的多少有著密切關係，飛機重量越少，所用的燃料便越少，這意味著飛機的油耗量少，就能提高環保效益。近年有不少航空公司實施「減重」，例如使用iPad代替飛行員的紙質手冊、採用超強超輕的新餐具等。更有設計公司為飛機座椅減重，使用充氣式軟墊代替傳統海綿造的座椅靠背包。我們能否嘗試用模擬充氣式軟墊代替海綿呢？故此，我們打算設計飛機椅的座墊，從而為飛機減磅。以膠樽模擬充氣式軟墊，利用市面上可找到的四款膠樽，進行不同的設計及測試，找出最適合作為座墊的膠樽，再設計一個環保及新穎的環保飛機椅子座墊。

科學原理

利用塑膠的特性：可塑性、可延展性(彈性)和形狀等作為創作及製造飛機椅的探究方向，而且會運用到力學的原理及概念，希望製造出能承受一定重量的飛機椅。

探究概念

測試假設

1. 假設膠樽A的受壓程度最高。
2. 假設膠樽D是坐得最舒適的。
3. 假設膠樽A是最耐用的。

測試目的

1. 量度四種膠樽的重量。
2. 測試四種膠樽的受壓程度。
3. 測試四種膠樽的舒適程度。
4. 測試四種膠樽的耐用性。

變項控制

1. 所有膠樽均使用容量為500mL的膠樽。
2. 所有負重是以同一款及同等重量的A4紙作參考。

測試過程及結果

測試一：比較四種牌子膠樽重量

利用電子磅量度每個膠樽的重量。

測試二：測試四種膠樽受壓的程度(膠樽與A4紙的接觸面與地下的距離)

假設牌子A受壓最高(牌子A最重，塑膠料最多)

步驟

1. 把四個膠樽平放在地上。
2. 量度膠樽未受壓前的高度。(樽底的直徑)
3. 把A4紙放在膠樽上。(以五疊為一個單位)
4. 量度並記錄膠樽受壓後的高度(膠樽與A4紙的接觸面與地下的距離)。
5. 重覆步驟2-4，直至膠樽不能承受重量而破裂。

測試三及四的測試過程

邀請60位學生及老師(隨機抽樣)按舒適程度排列四張「座墊」的次序，由最舒適到最不舒適。

測試三：測試四種膠樽的舒適程度

步驟

1. 把「座墊」固定在木椅上。
2. 邀請同學及老師以ABCD次序坐在「座墊」上。
3. 排列舒適程度並記錄下來。
4. 同時間觀察「座墊」的變形程度。

測試四：測試四種膠樽的耐用性

步驟

1. 用拍照方式記錄各「座墊」的外形
2. 進行測試三
3. 觀看及比較「座墊」於測試三前後的變化。

測試結果

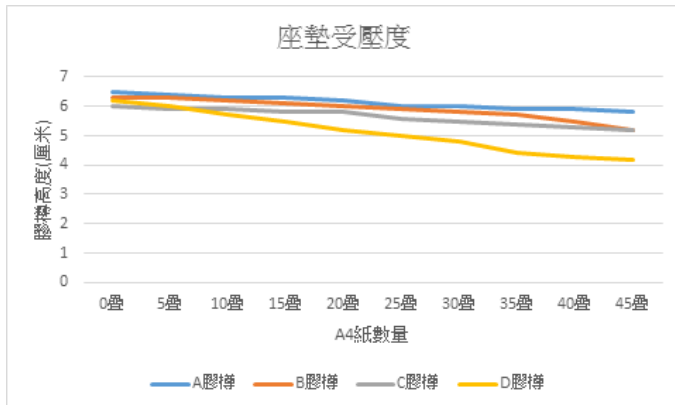
測試結果一

牌子	重量(克)
A	133
B	128
C	121
D	58

測試結果二

	0疊	5疊	10疊	15疊	20疊	25疊	30疊	35疊	40疊	45疊	差距
A膠樽	6.5	6.4	6.3	6.3	6.2	6	6	5.9	5.9	5.8	0.7
B膠樽	6.3	6.3	6.2	6.1	6	5.9	5.8	5.7	5.5	5.2	1.1
C膠樽	6	5.9	5.9	5.8	5.8	5.6	5.5	5.4	5.3	5.2	0.8
D膠樽	6.2	6	5.7	5.5	5.2	5	4.8	4.4	4.3	4.2	2

*以厘米作單位



膠樽A和C 最為受壓，受壓差距最小。

測試結果三

牌子	選擇最舒適的數量 (人)	選擇最不舒適的數量 (人)
A	9	17
B	5	14
C	26	5
D	20	24

測試結果四

牌子	損耗程度
A	-
B	--
C	-
D	-----

- 些微損毀
 -- 少許損毀
 --- 部份損毀
 ---- 大(多)部分損毀
 ----- 嚴重損毀

分析

在抗壓力測試中，「座墊」A和C的變差距最小，只有0.7和0.8cm。以「座墊」A而言，相信是因為它的重量最大，塑膠料最多，故較能夠承受重量。而「座墊」C的塑膠料相對較少，由於它是一個正方柱體，因此在結構上加強了膠樽的承托力，膠樽受壓的變化也相對較少。相反，由於「座墊」D的塑膠料最小，重量比其他的輕一倍，而且結構上是圓形，未能提供較佳承托力，故「座墊」D的抗壓差距是最弱的。

於舒適程度測試中，「座墊」C的受歡迎程度最高，有26位同學選擇它。根據受測試者的意見，「座墊」C不但舒服，而且坐在「座墊」C上的感覺較為穩定。雖然「座墊」D也有20位同學支持，他們認為「座墊」D較柔軟，但欠缺穩定性，坐在「座墊」D上會左搖右擺，所以亦有24名同學認為「座墊」D不舒適。

於耐用性測試中，只有「座墊」D出現大幅度的變形情況，相信是受其抗壓能力影響，受壓差距越大，變形的情況就越明顯，而「座墊」A、B及C的變形幅度很少及不明顯。故此，得出「座墊」D不太適合作為我們的環保飛機椅子座墊，因為飛機座墊是需要很高耐用性的。

綜合各項測試分數，最高分的是「座墊」C，所以我們選擇了「座墊」C為環保飛機椅子座墊。



誤差與限制

1. 量度點：因為受到A4紙疊的影響，不能量度中間位置，我們只能從旁量度，所以未能準確觀察到膠樽受壓的情況。
2. 學校樓底的高度有限，我們只能量度至第45疊A4紙。
3. 我們找同一個同學作觀察數據，減低肉眼觀察時的誤差。

建議

經過探究測試結果和分析後，我們認為充氣式軟墊是可以取代海綿作為飛機椅的座墊，從而減低飛機的重量及減低燃料的消耗。

小貼士

探究意念新穎，設計具創意，能呼應主題。同學亦能從多方面(重量、物料、受壓情況及耐用性等)進行測試，得出客觀的結論，值得嘉許。

便利餐具



學校：九龍塘學校小學部

組員：關懷恩同學、林洛軒同學、陳卓熙同學、甘嘉順同學、邱沛霖同學、李芊穎同學

教師：蘇炳耀老師、羅麗嫦老師、關智健老師

探究意念

於航機上，使用的餐具因衛生及安全理由，皆為一次性塑膠物料，未能回收及循環使用，因此製造了很多垃圾，破壞環境。如果能製作一些可食用的健康餐碟，既能減少製造垃圾，亦能推動健康飲食，可謂一舉兩得。

靈感及原理

餐碟一般有足夠的載重量、防水(不會吸水或滲水)及隔熱。我們發現日常生活中，有不少以可食用材料造成的容器來盛載食物，如甜筒、蛋撻、比薩餅等。當中它們都是用麵粉製成。因此，如果我們能利用麵粉製成一個餐碟，既能盛載食物，用後可直接吃掉，不用清洗，將會十分方便。我們利用麵粉加水，搓成麵團後，進行烘焙使其脫水及定型，製成可食用餐具的雛型。麵粉是由蛋白質、碳水化合物、灰分等成分組成的。麵粉當中的蛋白質主要由麥膠蛋白、麥穀蛋白、麥清蛋白和麥球蛋白等組成；其中麥穀蛋白、麥膠蛋白能吸水膨脹形成麵筋質。這種筋性能使麵團有彈性和延展性，能於烘焙後變得堅硬，符合製造成餐具的要求。

另外，我們發現坊間有不同種類的麵粉，而製作過程中可能會涉及發酵過程，所以我們決定探究不同麵粉種類和處理對製成可食用餐具的影響。

測試目的

1. 發酵的不同階段與程度會否對不同麵粉製成的可食用餐具承載重量有影響。
2. 在麵團烘焙前塗上不同物質，測試是否能有效提升防水效能。
3. 測試餐具於吸水後的承載重量是否仍能盛載食物。
4. 探究塗抹哪種物質的隔熱效能較佳。
5. 探究可食用餐具的保存期。

可食用餐具製作步驟

材料及工具

水、麵粉(低筋麵粉或高筋麵粉)、酵母

壓麵機、烘焙模具、叉、焗爐、碗、磅、量杯

步驟

1. 按1:3比例將水及低筋麵粉混合，並搓成麵團。
2. 把麵團放入壓麵機壓成片狀，使麵團厚度一致。
3. 把壓成片狀的麵團切成需要的形狀。
4. 用叉在麵團上刺洞，以確保於空氣於烘焙時能釋放出來，不讓麵團於烘焙時過度膨脹或有氣泡。
5. 放入攝氏230度的焗爐烘焙約5分鐘，加熱後可令到麵團定型及去除水分，也可以令它更堅硬。
6. 另外製作發酵的麵團，於步驟(1)加入酵母並搓成麵團，在室溫放置兩小時，讓麵團發酵，然後重複以上步驟2-5。



進行測試

測試一

比較有發酵及沒有發酵的可食用餐碟載重量

目的：

探究發酵處理對可食用餐碟載重量的影響

測試的各變項：

自變項	有發酵過程及沒有發酵過程
依變項	載重量的數值
控制變項	麵團的厚度及形狀、麵粉和水的比例

載重量測試用品：

載重量測試用品及儀器			
波子	電子磅	間尺	膠袋及繩

載重量測試的步驟：

1. 把製成品分別放在兩張桌子邊緣，使其懸於空中，兩張桌子距離為8.5cm
2. 繩子吊在製成品上，而繩子的末端綁著一個袋子
3. 將波子逐一放入袋裡。當製成品不能承受珠子的重量而彎曲或斷裂時便停止
4. 利用電子磅量度波子總重量
5. 重覆以上步驟，分別改用低筋麵粉及高筋麵粉



測試結果：

	低筋麵粉				高筋麵粉			
	有發酵		沒有發酵		有發酵		沒有發酵	
測試	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
測試品重量(g)	23	24	26	25	25	26	25	27
載重量(g)	1309	1350	1300	1345	1938	1970	1849	2030
平均每克載重量(g)	56.9	56.3	50.0	53.8	77.5	75.8	74.0	75.2
平均值(g)	56.6		51.9		76.7		74.6	

我們發現不論低筋麵粉或高筋麵粉，發酵過程對於製成品的承載重量的分別不大。但是如果利用高筋麵粉代替低筋麵粉製作餐碟，高筋麵粉比低筋麵粉的載重能力較佳，這可能與高筋麵粉或低筋麵粉的分類與麵粉中所含蛋白質含量有關。高筋麵粉蛋白質含量在10%以上，低筋麵粉蛋白質含量約為6.5%至8.5%。如果麵粉中的蛋白質含量愈高，麩質也愈多，筋性亦愈強；會有更強的彈性和延展性，所以高筋麵粉比低筋麵粉的載重力較強。所以由測試二開始，我們選擇利用高筋麵粉作為主要材料，並且不會進行發酵過程。

測試二

餐具除了承載重量外，防水功能亦很重要。因此，在這測試中，主要比較麵團於烘焙前塗上不同物質，是否能有效提升防水效能。

目的：

探究麵團於烘焙前塗上不同物質是否比不塗任何物質的防水效能較佳(吸水量及滲水量較少)

吸水量測試的各變項：

自變項	於麵團於烘焙前塗上不同物質
依變項	吸水量
控制變項	水的容量(200ml)、塗上不同物質的份量(2ml)、麵團的厚度及形狀、麵粉和水的比例

吸水量測試用品：

吸水量測試用品及儀器			
膠盒	電子磅	鉗子	量杯

註：製作可食用餐碟的製作步驟相同，只在烘焙前分別塗上蛋漿及糖漿。

吸水測試步驟：

1. 在電子磅上放上膠盒
2. 選擇「歸零」
3. 倒入200克水
4. 用鉗子把測試物件浸入水中
5. 兩分鐘後取出，讓水分滴乾
6. 量度剩下的水份量，並記錄
7. 重覆以上步驟1-6



測試結果：

測試	對照 (不塗任何物質)		塗上蛋漿		塗上糖漿	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
測試品重量(g)	27	24	24	26	27	25
載重量(g)	4	3	4	4	4	5
平均每克載重量(g)	0.15	0.13	0.17	0.15	0.15	0.2
平均值(g)	0.14		0.16		0.18	

我們發現不論有沒有塗上物質，對吸水量分別不大，而且糖漿會於浸在水中時溶解，效果不理想。

測試三

滲水測試的各變項：

自變項	塗抹不同物質的餐具
依變項	滲水量
控制變項	與吸水測試相同

滲水測試用品：

滲水測試用品及儀器			
海綿	電子磅	計時器	量杯

滲水測試步驟：

1. 在電子磅上放上海綿，並量度重量
2. 把測試品放在海綿上
3. 注入30毫升的水測試品內
4. 每1分鐘將測試品拿起，記錄讀數直至15分鐘



測試結果：

	滲水量 (克)		
	對照 (不塗任何物質)	塗上蛋漿	塗上糖漿
測試品 重量(g)	35	33	32
分鐘			
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	1	0	0
8	1	0	0
9	1	0	0
10	1	0	0
11	1	0	0
12	1	0	0
13	1	0	0
14	1	0	0
15	1	0	0

我們發現只有對照組於7分鐘後有些微滲水的情況，塗了糖漿或蛋漿皆沒有滲水情況。如果不是盛放液體，而是一般食物，應可盛放更長時間。

測試四

測試餐具於吸水後載重量是否仍能盛載食物

目的：

探究麵團於烘焙前塗上不同物質及於吸水後，載重量哪種比較理想

測試的各變項：

自變項	於麵團烘焙前塗上不同物質
依變項	載重量的數值
控制變項	與測試二相同

測試用品：與吸水測試及載重測試相同

測試步驟：先進行吸水測試，之後進行載重測試

測試結果：

測試	對照 (不塗任何物質)		塗上蛋漿		塗上糖漿	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
測試品 重量(g)	31	27	28	30	31	30
載重量(g)	184	188	911	724	961	816
平均每克 載重量(g)	5.9	6.9	32.5	24.1	31.0	27.2
平均值(g)	6.4		28.3		29.1	

我們發現於吸水後，塗抹了蛋漿及糖漿的載重量皆比對照(沒有塗任何物質)理想。可能是蛋漿及糖漿會於表面形成小薄膜，表面比對照較堅硬。從數據來看，餐碟於吸水後，仍能有一定的盛載力，符合作為餐具的要求。

測試四

餐具除了載重量、防水功能外，隔熱能力亦很重要。於此測試，比較麵團於烘焙前塗上不同物質，是否能有效提升其隔熱效能。

目的：

探究塗抹哪種物質的隔熱效能較佳

隔熱測試的各變項：

自變項	麵團於烘焙前塗上不同物質
依變項	測試品底部上升的溫度
控制變項	容量30ml溫度60°C的水、不同物質的分量(2ml)、麵團的厚度及形狀、麵粉和水的比例

隔熱測試用品：

隔熱測試用品及儀器		
溫度計	熱水	量杯

隔熱測試步驟：

1. 量度測試品底部的溫度
2. 把30毫升的水(60°C)注入測試品內
3. 量度測試品底部上升的最高溫度



測試結果：

測試	對照 (不塗任何物質)		塗上蛋漿		塗上糖漿	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
測試品 重量(g)	31	27	28	30	31	30
原先溫度 (°C)	22.6	22.5	23.2	22.9	22.6	22.6
上升最高 溫度(°C)	26	25.9	25.2	24.2	24.2	24.3
底部上升 溫度(°C)	3.4	3.4	2	1.3	1.6	1.7
平均值(°C)	3.4		1.65		1.65	

我們發現不論是否塗上物質，測試品皆能有效隔熱；而塗上蛋漿或糖漿皆比對照(不塗任何物質)較好。

綜合以上各測試，我們認為可利用高筋麵粉加水、不經發酵、塗抹蛋漿，及經烘焙後製成的可食用餐具，於載重量、防水測試(吸水及滲水測試)及隔熱測試皆較理想。

測試五

因飛機餐多於飛機上數小時後才供乘客食用，須測試可食用餐具的保存期。

目的：

探究可食用餐具的保存期

保存期測試的各變項：

自變項	可食用的餐具置於室溫的時間
依變項	發霉情況
控制變項	溫度及濕度

保存期測試用品：

保存期測試用品及儀器
膠盒、溫度計及濕度計

保存期測試步驟：

1. 利用高筋麵粉加水，不經發酵，塗抹蛋漿製成測試品
2. 把測試品放入膠盒內，並蓋好
3. 每日記錄溫度及濕度，並觀察測試品變化

測試結果：

	溫度(°C)	濕度(%)	測試品(1)	測試品(2)
1日	23.4-28.4	80-90	沒有發霉	沒有發霉
2日	23.4-28.8	61-85	沒有發霉	沒有發霉
3日	23.7-27.6	70-86	沒有發霉	沒有發霉

於3日的觀察，測試品(1)及(2)皆沒有發霉的情況，代表可食用餐具的保存期效果理想。

總結及應用

綜合以上各測試，可利用高筋麵粉加水、不經發酵、塗抹蛋漿，及經烘焙後製成的可食用餐具，於載重量、防水測試(吸水及滲水測試)、隔熱測試及保存期上的表現皆較理想。

困難

1. 由於可食用餐具是以食物製成，時間一久，必會壞掉及吸引昆蟲。
2. 我們所製作的可食用餐具暫時建議只盛載較乾燥的食物，不宜盛載流質食物。
3. 部分人士對麵粉或蛋類製成品敏感，不宜使用此餐具
4. 現時此餐具只用作盛載食物，未能如刀般能切斷其他食物。

感想

關懷恩同學

今年是我第一年參加科學學會，我們製作了可食用餐具，在其中也遇到許多難處，例如：在放進焗爐前，要在餐具上用叉子戳上小孔的時候，小孔的深度不可以太深，也不可以太淺，小孔和小孔之間的距離不可太大，距離也要平均。這個需要技巧才會辦得好。在這一年中，我學到很多烹飪的技巧，也學到了團體合作的重要性。

邱沛霖同學

我感到十分榮幸能代表學校參加今天的活動。在製作的過程中，我主要負責做出可食用餐具的外形和刺洞。我從中學會要細心，因為如果我太大力去刺洞，在做測試時水便會在洞中流出來，但太輕力時麵餅在烤的時候就凸了起來，所以要慢慢地刺。最後，多謝各位老師和同學的包容和鼓勵，令我可以達成目標。

陳卓熙同學

在製作時，我主要負責用焗爐，所以我要在很熱的情況下工作。有時要把焗好的製成品用夾子拉出來，很容易就會被熱烘烘的鐵模燙倒，十分痛。就是因為這樣，平時在家裏不會受到挫折的我終於學會了忍耐和堅強，不可以因小事而放棄。另外，我也很感謝老師和組員一直給我的支持，燃起了我的信心和決心，令我可以一直堅持下去。

李芊穎同學

這一年是我第一年參加科學學會，所以十分期待。今年的主題是「綠色啟航」，所以我們製作了可食用餐具。當然，探究過程當中有遇到不同的難題，例如：用人手壓製麵團時，經常厚度不一。後來買了一部叫壓麵機的機器，然後，這問題就解決了。還有，當我們要用叉子在麵團上加孔，讓麵團可以透氣，但常因為用力過度或太輕力，令麵皮穿洞和產生很多氣泡。在這活動中，我們能學到不同知識。

甘嘉順同學

在這一年中，我們的團隊為研究而不斷做出各項測試。當中，我們遇到了不少困難。我認為最大的限制和困難便是因人手而造成的差異和錯誤，完成品有機會有氣泡或裂痕。這些都是令到我們的測試結果不是絕對準確的因素，但是我們也樂在其中。當時我們第一次測試時還是用擀麵棍來製作面皮，直到後來才可以用可以讓麵皮較平均但更花力氣的人力壓麵機。但這變化也代表我們從測試中不停學習。

林洛軒同學

最初接觸「可食用餐具」這個名詞，覺得很新鮮。在一連串的資料搜集、研究和實踐中，令我對這一個環保概念感到非常有興趣，亦令我意識到在日常生活中，只要多動腦筋和創意，便可製作出既環保又好吃的餐具。

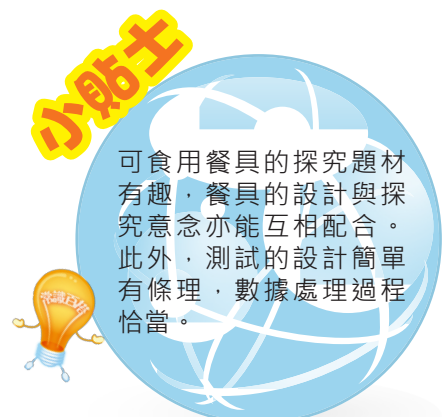
參考資料

網上資料

- 可食用日本餐具，瀏覽日期：2015-10-17 · <http://www.tokyo-fashion.net/content/big5/play/1326.shtml>
- 麵包的發酵原理，瀏覽日期：2015-10-17 · <http://wenku.baidu.com/view/71e15a07a6c30c2258019e00.html>
- 面粉全知道，瀏覽日期：2015-10-17 · http://www.360doc.com/cotent/10/0704/01/1081992_36759084.shtml
- 通之廚房，瀏覽日期：2015-10-22 · http://tonyjaren.blogspot.hk/2007/12/pizza_pizza_with_thin_crust.html
- Milk-and-Cookie Shots，瀏覽日期：2015-10-22 · <http://popsugar.com/mode/34433868/print>
- 高筋粉，瀏覽日期：2016-4-30 · <http://baike.baidu.com/view/2065484.htm>

特別鳴謝

校方的支持、家長的配合、校園電視台(製作短片)



不一樣的飛行



學校：中山市測試小學

組員：邱榆希同學、梁佑斌同學、陳子念同學、胡皓翔同學、陳律行同學、馬悅萁同學

教師：梁偉明老師、李永泉老師、林敏朝老師

探究意念

紙飛機是一種常見的玩具，有的同學能把紙飛機飛得高，有的飛得遠，有的卻飛不起來。為甚麼呢？是投擲方法、紙飛機的材料、形狀的不同造成嗎？怎樣的紙飛機才能飛得又高又遠又平穩呢？

探究目的

通過這次測試，我們將探究紙飛機的最佳投擲方法、紙張物料和飛機摺法，從而找出能夠飛得又高又遠又平穩的紙飛機。

科學原理

紙飛機的飛翔是利用重力與升力兩種力量交互作用形成的。紙飛機本身的重量會牽引機身向下掉落，機翼則會對抗空氣阻力，讓紙飛機在空中漂浮。除了地心吸力和空氣阻力，投擲者對紙飛機施行的動力便會產生慣性運動而順勢滑出。平衡三股力量，就能飛出最遠距離的紙飛機。

設計思路

首先，測試需要減低人為因素對紙飛機飛行的影響，所以會採用發射器發射紙飛機。兩個測試階段為：

1. 一樣的紙飛機，不同的發射器發射紙飛機；
2. 一樣的紙飛機和發射器，不同的高度發射紙飛機。

然後，通過兩項測試，研究不同的紙飛機的飛行狀態。開展的測試有：

1. 不同的紙張摺成的紙飛機對飛機的影響；
2. 一樣的紙飛機，對飛機頭部滴水與不滴水的飛行比較；
3. 一樣的紙飛機，不同重心的紙飛機的飛行比較；
4. 一樣紙飛機，機翼與機身不同比例的紙飛機的飛行比較。最後比較測試中的數據結果，找到飛行狀態最佳的紙飛機。

測試器材與材料

樂高發射器、一號木質發射器、二號木質發射器、滴管、卷尺、書、廣告紙、素描紙、打印紙、宣紙、報紙、迴紋針、透明膠、尺子、剪刀、碼錶和便利貼。

在學校隨機邀請約二十位同學摺一架紙飛機，絕大部分的同學都選用圖1的紙飛機摺法。於是，我們參考以下的紙飛機進行研究。

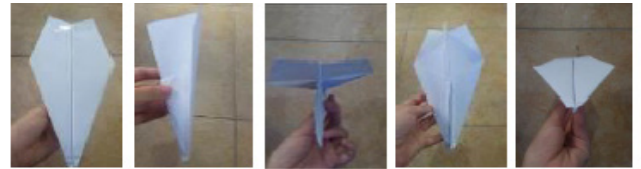


圖1 學生最常摺的紙飛機

測試過程

測試一：不同的紙飛機發射方法，尋找最佳發射器

同一種飛機但不同的發射器，以探究發射的最佳方法

測試目的

使用同一種紙飛機摺法，不同的發射方法發射飛機，探究哪種發射方法更好。

測試步驟

1. 選用同一種摺法的紙飛機；
2. 用不同的發射方法分別發射三次（如圖2、3、4）；
3. 目視高度、碼錶計時和卷尺測量距離並觀察飛行狀態；
4. 記錄資料。

表1 同一種飛機，不同發射器的飛機飛行情況

發射方法	次數	高度 (cm)	距離 (cm)	空中狀態	時間 (秒)
樂高發射器	1	135	489	平穩直線飛行	1.19秒
	2	100	391	平穩直線飛行	1.06秒
	3	145	485	平穩直線飛行	1.44秒
人手推動	1	160	566	平穩直線飛行	1.37秒
	2	170	494	不平穩	0.78秒
	3	105	510	不平穩	0.56秒
一號木制發射器	1	135	1756	旋轉飛行	2.47秒
	2	135	1614	旋轉飛行	1.31秒
	3	130	823	俯衝飛行	0.47秒
二號木制發射器	1	90	404	直線下墜	0.50秒
	2	120	760	旋轉飛行	0.72秒
	3	130	1882	平穩直線飛行	2.09秒

結論

經過第一階段的測試，我們發現樂高發射器發射的紙飛機飛行時間平均較長，能很平穩地飛行，但飛機距離不遠；而兩個木質發射器發射的紙飛機飛行距離較遠，但飛行不平穩；人手發射的飛行距離很長，但飛行時間不長，而且每次數據都不同。

對比上述發射方法，我們決定使用樂高機器發射器進行第二階段的測試，雖然這種發射器不能使紙飛機高飛，但它飛行狀態平穩，而且飛行時間較長，便於我們在第二階段的研究和觀察數據，以進行有效測試。



圖2 使用樂高發射器



圖3 人手推動紙飛機



圖4 一號木質發射器、二號木質發射器2、樂高機器發射器

測試二

測試目的

探究紙飛機的最佳的發射高度。

測試步驟

1. 選用同一種摺法的紙飛機；
2. 採用樂高發射器，設定不同的高度分別發射三次（如圖5、圖6）；
3. 目視高度、碼錶計時和卷尺測量距離並觀察飛行狀態；
4. 記錄資料。

表2 樂高發射器擺放在不同的高度的紙飛機的飛行情況

樂高發射器的擺放高度	次數	高度 (cm)	距離 (cm)	空中狀態	時間 (秒)
地面	1	94	305	偏移飛行	1.3
	2	50	280	偏移飛行	0.7
	3	122	355	平穩偏移	1.7
疊高 2.1cm	1	60	235	平穩偏移	0.9
	2	30	105	平穩直線飛行	0.5
	3	29	122	平穩直線飛行	0.4

疊高 4.2cm	1	155	344	平穩偏移	1.6
	2	64	229	平穩偏移	1.3
	3	102	188	平穩下落	1.3
疊高 7.1cm	1	170	254	弧線飛行	1.3
	2	190	233	弧線飛行	1.7
	3	101	188	弧線飛行	1.4
疊高 8.3cm	1	85	101	弧線飛行	0.6
	2	202	205	弧線飛行	1.6
	3	74	82	弧線飛行	0.6
疊高 9cm	1	80	114	不平穩	0.6
	2	91	169	平穩直線飛行	0.7
	3	75	114	不平穩	0.6

結論

經過這項測試，我們發現把樂高發射器放在地面時，紙飛機的飛行距離較遠，但高度偏低；把樂高發射器疊高2.1cm時，飛行高度與距離相對偏低；把樂高發射器疊高4.2cm時，飛行距離較遠，飛行時間較長，飛行狀態也比較平穩；把樂高發射器疊高8.3cm時，飛行高度偏高，但距離不遠。

綜合各項測試結果，我們建議使用把樂高發射器放在4.2cm的高度，因為紙飛機在空中飛行的狀態穩定，較容易觀察和比較比較，以便進行第二階段的測試。

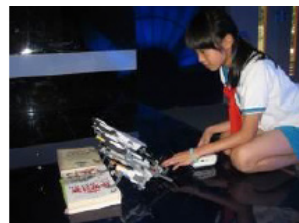
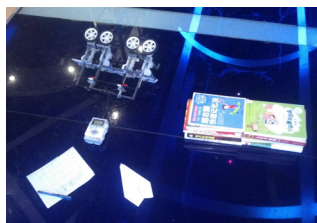


圖5 樂高發射機及書本測試器材 圖6 疊高不同書本數進行測試

測試三：探究影響紙飛機飛行的幾種因素

同一種紙飛機的摺法，比較使用不同紙張造的紙飛機的飛行結果

測試目的

探究不同紙張摺的紙飛機的飛行異同。

測試步驟

1. 把不同紙張裁成相同大小（如圖7）；
2. 用一種的摺法用不同紙張摺出紙飛機（如圖8）；
3. 把它們分別用樂高機器發射器發射三次；
4. 目視高度、碼錶計時和卷尺測量距離並觀察飛行狀態
5. 記錄資料。

表3 同一種飛機，不同紙張的紙飛機的飛行情況

紙張質料	次數	高度 (cm)	距離 (cm)	空中狀態	時間 (秒)
廣告紙	1	49	218	平穩飛行	0.40
	2	50	262	平穩飛行	0.60
	3	38	159	平穩飛行	0.30
素描紙	1	31	147	平穩飛行	0.60
	2	42	179	平穩稍偏	0.40
	3	50	200	平穩飛行	0.50

宣紙	1	35	110	弧線飛行	1.30
	2	30	118	平穩飛行	1.20
	3	38	94	平穩飛行	0.40
報紙	1	30	116	平穩飛行	0.30
	2	27	70	平穩飛行	0.40
	3	25	145	平穩飛行	0.20
打印紙	1	49	193	直線稍偏	0.50
	2	40	202	平穩飛行	0.30
	3	37	215	平穩飛行	0.60

結論

通過上述試驗，我們發現廣告紙摺的紙飛機飛行狀態較為平穩，距離較遠，高度也較為平均，所以我們建議使用廣告紙摺飛機。

由於很難找到一模一樣的廣告紙，所以決定先採用次於廣告紙的打印紙完成接下來的測試。

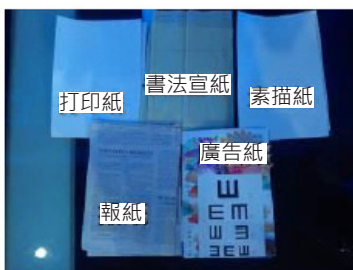


圖7 不同的紙張

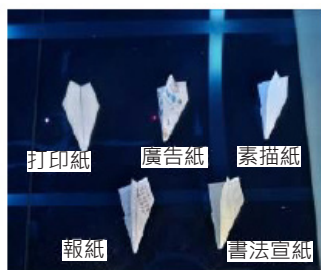


圖8 不同紙張摺好的紙飛機

測試四

同一種紙飛機，同一種紙張，比較在飛機頭部滴水與不滴水的飛行情況

在查詢資料和詢問他人的過程中，我們得知在紙飛機頭前呼氣後能使它表面濕潤，紙飛機能夠飛得更高更遠。那到底是不是真的呢？

為了能使飛機上沾上的水汽更均勻，我們採用滴管在紙飛機頭部滴水來模擬在飛機頭前呼氣。

測試目的

探究紙飛機前頭沾上水對飛行有沒有影響。

測試步驟

1. 摺好兩架一樣的紙飛機，在其中一架紙飛機頭部用滴管滴一滴水，標上記號；
2. 用樂高發射器分別發射三次；
3. 目視高度、碼錶計時和卷尺測量距離並觀察飛行狀態；
4. 記錄資料。

表4 在紙飛機頭部滴水與不滴水的飛行情況

項目	次數	距離 (cm)	高度 (cm)	空中狀態	時間 (秒)
廣告紙	1	561	74	平穩飛行	1.40
	2	461	79	平穩稍偏	1.20
	3	445	79	翻轉飛行	1.80
素描紙	1	295	93	弧線飛行	0.90
	2	303	60	直線稍偏	1.00
	3	395	102	平穩飛行	0.80

結論

通過上述測試，我們發現滴水後，可能水可以撫平飛機前頭的毛刺，然後使飛機的重心靠前，牽引飛機往前飛，因此飛機飛行距離明顯較遠。紙飛機的飛行狀態相對於不滴水的飛機也相對平穩，滑翔時間也較長。我們建議在紙飛機的機頭沾水。

測試四

同一機型，同一種紙張，不同重心的飛機飛行情況

測試目的

探究重心對紙飛機飛行的影響。

測試步驟

1. 用同一種摺法的紙飛機，在離機頭的不同位置（每隔0.5cm）放上迴紋針（如圖9），標上記號；
2. 用樂高發射器分別發射三次；
3. 目視高度、碼錶計時和卷尺測量距離並觀察飛行狀態
4. 記錄資料。



圖9 離飛機頭部不同位置放置迴紋針

表5 不同重心的飛機的飛行情況

項目	次數	高度 (cm)	距離 (cm)	空中狀態	時間 (秒)
2.0	1	142	288	弧線飛行	1.90
	2	153	212	弧線飛行	1.10
	3	142	181	直線墜落	1.40
2.5	1	114	390	弧線飛行	1.80
	2	82	290	旋轉飛行	0.90
	3	83	358	弧線飛行	0.80
3.0	1	62	235	平穩飛行	0.80
	2	49	140	弧線飛行	0.90
	3	72	269	直線飛行	1.30
3.5	1	102	210	旋轉飛行	0.90
	2	122	255	弧線墜落	1.50
	3	154	401	直線稍偏	1.80
4.0	1	106	146	弧線墜落	1.20
	2	168	316	直線稍偏	1.10
	3	151	369	弧線飛行	1.80
4.5	1	143	347	平穩飛行	1.80
	2	83	202	直線稍偏	1.20
	3	117	334	平穩飛行	1.80
5	1	93	296	旋轉飛行	1.10
	2	82	232	直線飛行	1.00
	3	77	277	旋轉飛行	0.70
5.5	1	124	220	向右偏移	1.10
	2	83	182	直線飛行	0.70
	3	100	166	直線稍偏	0.90

6.0	1	115	244	直線稍偏	1.10
	2	82	250	平穩飛行	1.30
	3	95	80	偏移	1.30
6.5	1	102	321	直線稍偏	1.20
	2	60	190	直線稍偏	1.40
	3	142	171	直線稍偏	1.50
7	1	110	184	直線稍偏	1.40
	2	90	251	直線稍偏	1.30
	3	80	262	稍偏	1.20
7.0	1	47	301	直線飛行	0.80
	2	43	268	旋轉	1.00
	3	84	304	偏移	1.50
7.5	1	47	301	直線飛行	0.80
	2	43	268	旋轉	1.00
	3	84	304	偏移	1.50
8.0	1	41	381	直線墜落	1.50
	2	27	198	直線墜落	0.30
	3	26	219	直線	1.00
8.5	1	32	159	稍偏	0.90
	2	73	302	偏移	0.70
	3	72	304	稍偏	0.13
9.0	1	87	190	直線	0.50
	2	61	78	直線墜落	0.50
	3	61	86	直線墜落	0.50
9.5	1	74	103	直線	0.30
	2	180	131	上升後下墜	0.60
	3	93	151	旋轉	0.60
10.0	1	113	300	平穩稍偏	1.00
	2	132	313	平穩	1.60
	3	134	258	旋轉	0.80
10.5	1	104	163	直線下墜	0.90
	2	78	174	平穩	0.60
	3	82	238	平穩	0.90
11.0	1	94	209	直線	1.80
	2	113	311	平穩	0.80
	3	154	69	直線墜落	1.00
11.5	1	83	111	直線	1.00
	2	71	131	直線	0.70
	3	67	123	平穩	0.70
12.0	1	123	262	直線稍偏	1.30
	2	103	179	直線墜落	0.80
	3	61	290	直線	1.40
12.5	1	85	163	平穩	1.00
	2	61	227	旋轉	0.70
	3	71	229	平穩	1.00

13.0	1	74	250	直線	0.60
	2	111	140	直線墜落	0.80
	3	63	109	直線	0.80
13.5	1	62	171	旋轉	1.20
	2	52	139	稍偏	0.60
	3	70	219	平穩	0.80
14.0	1	63	108	平穩	1.20
	2	119	175	直線墜落	1.10
	3	71	130	直線	0.70
14.5	1	91	108	直線	0.70
	2	71	175	平穩	0.90
	3	82	130	稍偏	1.70
15.0	1	82	213	平穩	1.10
	2	70	216	直線墜落	0.60
	3	92	131	直線墜落	0.50
15.5	1	92	150	直線	0.80
	2	128	135	旋轉下墜	0.80
	3	90	70	直線墜落	0.80
16	1	111	270	平穩	1.30
	2	102	202	偏移	1.20
	3	83	191	翻轉	0.90

結論

通過這一次的測試，我們發現如果紙飛機的重心設在離機頭4.5cm的位置，飛行距離就會較遠，高度較平均，狀態較平穩，飛行時間也較長。所以我們建議把飛機重心設在離機頭4.5cm處（因為飛機全長19cm，所以飛機重心設在飛機前端的1/4處較為合適），因為它各項都很平均也飛得最遠。

測試四

同一款飛機，探究改變機身與機翼平面的角度對飛機飛行的影響

測試目的

就機翼平面與機身的不同角度對飛行狀態的影響作出探究。

測試步驟

1. 利用折疊的方法，把機翼與機身折成不同角度及標上編號；
2. 採用樂高發射器進行發射；
3. 每架飛機分別測試三次，首先目測高度，碼錶進行計時，再用卷尺測量距離並觀察它們的飛行狀態；
4. 記錄測試資料。

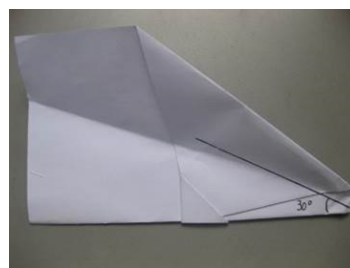


圖10 圖為機翼平面與機身成30°飛機

表6 機翼平面與機身成不同角度的飛機的飛行情況

項目	次數	高度 cm	距離 cm	空中狀態	時間 (秒)
5°	1	34	42	不平穩並墜落	0.62
	2	83	333	滑翔	1.07
	3	32	284	不平穩	0.72
10°	1	121	259	滑翔	0.88
	2	179	119	向上偏移	0.88
	3	93	285	不平穩並墜落	1.06
15°	1	102	102	不平穩並墜落	0.72
	2	74	135	滑翔	0.87
	3	80	82	不平穩	0.68
20°	1	60	133	平穩	1.02
	2	65	138	垂直墜落	0.94
	3	92	265	平穩	0.97
25°	1	90	296	平穩	1.31
	2	45	350	平穩	1.08
	3	80	306	平穩	1.28
30°	1	51	116	平穩	0.56
	2	89	183	平穩	1.07
	3	73	292	直線飛行	0.69
35°	1	82	365	旋轉飛行	1.06
	2	90	278	直線飛行	1.33
	3	122	350	直線飛行	0.57
40°	1	59	170	直線飛行	0.60
	2	71	179	直線飛行	0.31
	3	62	140	直線墜落	0.29

結論

通過這一次的測試，我們發現35°與40°的紙飛機，雖然飛行距離遠但不受控制；25°的紙飛機，距離和高度很平均，飛行狀態很好，所以我們決定使用25°的紙飛機。因為它受控制，而且飛行距離較遠，高度也平均。



圖11 摺不同的飛機



圖12 討論飛機的設計

困難及解決方法

1. 在測試時，有時飛行距離會超過卷尺的米數，我們便在地上隔一段距離就用便簽標記米數。
2. 報紙和宣紙太容易破裂，改變變數。後來，我們用透明膠黏在所有飛機的機頭和機尾，這樣既不會讓飛機的機翼在飛行時張開，改變變數，又可以保護最容易破裂的機頭和機尾。
3. 由於飛機有時候飛得比較高，用目測的方法不能估計高度，於是我們把飛行測試改在室內進行，並且在牆上標注高度，再進行觀測。同時在室內進行測試可以減少風力對飛機的影響。

結論

通過以上測試和資料的比較，我們得出以下幾個結論：

1. 使用樂高機器發射器發射的飛機飛的較平穩，距離相對比較平均。因為，樂高紙飛機發射器對紙飛機的動力是從頭提供到尾。
2. 把樂高紙飛機發射器墊高4.2cm後，飛行距離、高度、時間明顯增加。
3. 用廣告紙摺的紙飛機飛行距離最遠。因為廣告紙的材質軟硬適中，而且光滑，摩擦力小。
4. 把紙飛機的飛機前頭滴上水後，飛行距離、時間、高度明顯增加，因為水可以撫平飛機前頭的毛刺，更重要是使飛機的重心靠前，牽引飛機往前飛。
5. 飛機的重心控制在飛機前端的1/4處，飛機的飛行距離最遠。
6. 角度要儘量控制在25°左右，這樣才能夠飛得最遠。

展望

紙飛機是常見的玩具，希望同學們使用我們的方法，讓紙飛機更受人歡迎。在這次的測試中，由於儀器精度的影響，我們沒有測量飛機的重量，不能探究品質與飛機大小對飛行的影響。同時，在選擇發射器時，我們發現手動發射是最好的，因為這種方法是漸漸加速，我們的發射器不能很好地模擬，希望在以後的測試中，進行更多的測試，開展更加公平的模擬測試。

感想

邱榆希同學

經過這次探究活動，我知道了怎樣的紙飛機才能飛得又高又遠，還學會怎樣設計測試和分析數據。

陳子念同學

通過這次探究，我明白了怎樣在公平的設定下進行測試，同時也鍛煉了我的協作能力。

胡皓翔同學

做測試雖然有點累，但當我看見這份報告是在我們的辛苦之下完成，就覺得我們的付出都沒有白費。

馬悅其同學

經過這次測試，讓我知道不同材料、不同角度、不同位置飛出的紙飛機也是不一樣的。因此我們以後要多觀察身邊的事物，學習生活中科學的運用。

陳律行同學

我感受到當一名科學家是非常的不容易，不但要進行很多的測試，而且還要細心和嚴謹。

梁佑斌同學

在這次的研究中，我知道了很多紙飛機的奧秘，也知道要得出一個結論是非常不容易的，除了設計公平的測試條件，還要經歷細心嚴謹的測試過程。

鳴謝

感謝李永泉和梁偉明老師的耐心指導，感謝姜克旺老師對飛機發射器的製作提出寶貴建議。

參考資料

百度百科：紙飛機，瀏覽日期：2015年11月12日，

http://baike.baidu.com/link?url=jfXdxScJ9fl_SyU8ex5axFl0eKXDoKnk8sBRGmeGPzkWyPy4XgFjPqaYkiF6kQ5p-9NH35_RRsgJ5732J2Ww9bPvCRmlyMqmmAF4F-BrWzaq

360doc個人圖書館：十二種飛機折疊方法，瀏覽日期：2015年11月12日，

http://www.360doc.com/content/11/0520/14/1680289_118133824.shtml

百度經驗：史上飛得最遠的紙飛機，瀏覽日期：2015年11月12日，

<http://jingyan.baidu.com/article/a681b0dedbd15b3b1943466d.html>

搜狗百科：紙飛機哈氣，瀏覽日期：2016年3月10日，

<http://baike.sogou.com/v7149591.htm?fromTitle=%E7%BA%B8%E9%A3%9E%E6%9C%BA%E5%93%88%E6%B0%94>

創意設計網：紙飛機發射器的創意小玩意，瀏覽日期：2016年3月5日，

<http://www.vedy.cn/chuangyi7037.html>

極客迷：紙飛機發射器，瀏覽日期：2016年3月5日，

<http://www.geekfans.com/article-4887-1.html>

酷6網：紙飛機發射器，瀏覽日期：2016年4月2日，

<http://baidu.ku6.com/watch/0352566702931051400.html>



探討三款環保模型飛機的飛行效能



學校：鳳溪第一小學

組員：譚穎燁同學、陳景明同學、劉再坤同學、楊俊傑同學、郭汶熹同學

教師：廖麗儀老師、容瓊欣老師

探究背景

相信砌模型飛機都是不少大小朋友的興趣，但市面上的模型飛機一點也不環保，飛機的外殼和甚至零件都是不可分解和回收的物料，因此我們便想如何用環保物料去砌出既環保又實用的飛機。本次探究我們會從模型飛機的物料和機翼設計出發，結合力學原理，利用公平測試的原則進行飛行測試，找出飛行距離最遠、升力最好、滯留時間最長和穩定性最好的新款環保綠色飛機。

探究目的

1. 比較不同的環保物料砌成的模型飛機的飛行距離、升力和滯留時間。
2. 透過改良機翼長度，分析機翼對飛機飛行距離、升力和滯留時間的影響。

科學原理及概念

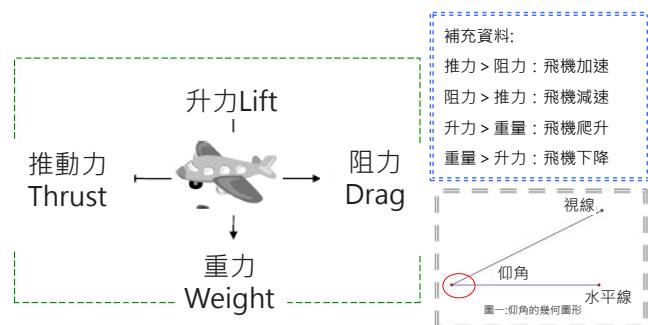
飛機飛行原理

伯努利定律(Bernoulli's Principle)

當飛機飛行時，氣流通過機翼上緣的速度較快，所以壓力比較小；而氣流通過下緣的速度較慢，所以壓力比較大，於是形成向上升的推力(高原清，頁45)。機翼在空氣中劃過的速率愈快，或是機翼的面積愈大時，所產生的升力就越大，而翼型的設計就是使流經上下的氣流可產生更大的壓力差別，從而影響飛機的速率和升力。

牛頓第三定律(Newton's third law)

又稱為「作用與反作用定律」，它是指兩個物體間的作用力與反作用力總是大小相等，方向相反的。」(胡躍明、曹增節，2003) 我們知道飛機在爬升、下滑和巡航等不同狀態下，均受到重力、升力、推進力及阻力。推進力即是燃料所給的飛行動力，阻力是空氣阻力，重力即是飛機的重量，如下圖1。



仰角

視線與水平線的夾角，即被稱為仰角。

測試前準備

測試模型

在選擇環保物料時，曾考慮過可回收的環保膠板，現在被廣泛應用於裝嵌汽車的碳纖維板，但是物料很堅硬，難以切割，不適合做模型飛機。下圖是我們曾經試驗用的碳纖維板：



經過多番考慮，結果我們選用了以下三種環保物料做飛機模型：

1. EPP(全名：Expanded polypropylene)·又名聚丙稀是新型環保膠板，彈性好，無毒性，材料較軟，需要細碳纖維桿支撐。
2. Depron(可發性聚苯乙烯)平衡性佳，重量輕，適合做飛機，不易裂開。甲蟲的幼蟲黃粉蟲可以消化並分解由聚苯乙烯製成的發泡膠。
3. 輕木，輕木不僅木材特別輕，隔熱、抗震、抗風，又可隔音，是絕緣材料，所以是製造飛機而又純天然的良好環保材料。

以上環保物料經過剪裁和處理後，製成以下三款飛機：



所用物料：聚丙稀
英文簡稱：EPP機



所用物料：聚苯乙烯
簡稱：D板機



所用物料輕木
簡稱：輕木機

三款模型飛機機展同為60cm，用2mm厚度物料裁剪而成，機身與機翼以統一輕木支撐。

測量工具

為了控制發射的力度、力度和角度，我們會設計一個簡單的發射台如下圖1：

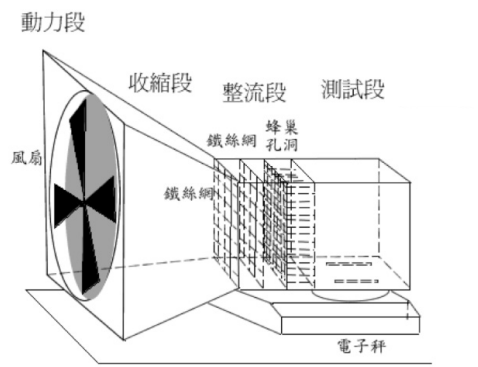
測試三款環保飛機，然後調較發射台的仰角，量度其飛行距離。



圖1

為測試飛機的升力，我們設計一個簡單的風洞模型，初步構思如圖2，材料包括：牛皮紙箱、包書膠、電子秤、吸管、膠片、電風扇和魚絲。

圖2



風洞模型製作步驟

1. 準備一個長方形紙箱(長50cm x 闊43cm x 高18cm)，然後除去紙皮箱的底部和面部。
2. 在紙箱的出風口黏上吸管(呈蜂窩狀，每小段吸管21cm)，以確保吹出穩定的氣流，製造穩定集中的風量。
3. 用包書膠把紙箱和電風扇連接，並加上魚絲固定飛機

升力測量方法：將機翼模型置於風洞模型中升力測試段的電子磅上，記錄風扇開始時和停止時的電子磅讀數，兩者相差的重量就是升力。



其他測試工具



風速儀



計時器

測試過程及結果

測試一：飛機材質及不同彈射角度對飛行距離的影響

假設

仰角越小，飛機越貼近地面，空氣阻力就會越小，飛行距離越遠，滯留時間越長；相反仰角越大，飛行距離越短，飛行速度便會越慢，並伴有較劇烈的抖動，滯留時間越短。

D板環保飛機不但重量輕，而且平衡力好，故飛行距離會最遠，飛行亦會較流暢，滯留時間會最長。

步驟

1. 預備三款環保飛機和一個發射台；
2. 在無風的活動室發射環保飛機，發射時，先將環保飛機分別放在發射台上，把橡皮圈往後拉到30cm，彈簧秤顯示1kg的重量，然後放手，環保飛機被送出去；量度並記錄三款環保飛機的飛行距離，每種飛機投3次，得出平均數，提高測試結果的準確性；
3. 比較各款環保飛機飛行距離的平均數，看哪一款飛得最遠，並進行分析。

控制變項

1. 發射環保飛機的力度(把橡皮圈往後拉30cm)；
2. 發射環保飛機角度一致，調較仰角分別為0度、15度和30度；
3. 三款環保飛機厚度相同，同為2mm；
4. 測試環境條件相同，於室內進行，不受風速、濕度等因素影響。

測試進行情況

下圖是三款環保飛機開始發射情況：

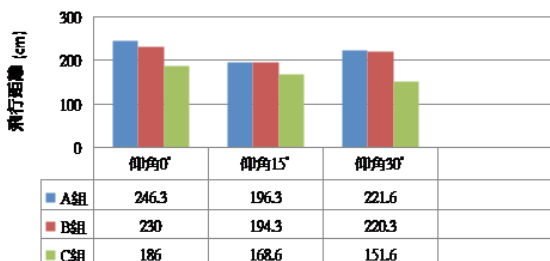


下圖是同學們在量度三款環保飛機的飛行距離情況：

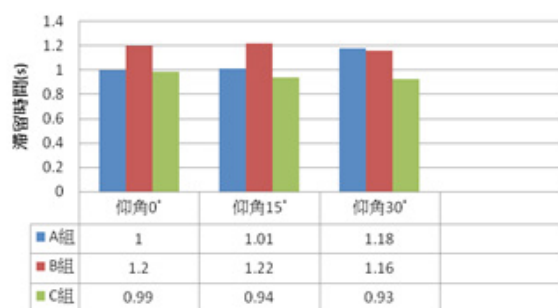


測試結果

發射角度與三款飛機的飛機距離表現



發射角度與三款飛機的滯留時間表現



A：EPP板機 B：D板機 C：輕木機

結果分析

- 仰角越小，環保飛機越貼貼近地面，使三款環保飛機受的空气阻力越小，飛行距離越遠。當仰角增加，飛機表面受的阻力就越大，飛行距離越短，速度減慢，使三款飛機由空中滯留至落地時間加長，伴有較劇烈的抖動和橫側晃動，機尾先著地，造成「斷尾」情況。相反，在其餘兩款機方面，EPP機質地太軟，輕木機太軟落地時衝力大，所以受到不同程度的損毀。如下圖：



EPP機損毀情況



輕木機損毀情況

- EPP機和D板機在仰角5度、15度和30度發射時，它們的飛行距離比較輕木機為遠，速度快，飛行時呈直線，滑行時也相對較穩定。當中D板機滯留時間也比EPP機和輕木機長，相信是因為它重量較輕，加上平衡性能較好，所以能減少空氣阻力，相對維持在空中的滯留時間會長，這與它的特性吻合。相對EPP板材料較軟，雖然有細破纖維桿支撐，但抗風力弱；同時輕木板相對重，所以飛機較快掉下來。

測試二：測試不同長度的機翼對飛機飛行距離、滯留時間的影響

假設

- 機翼越長，與氣流接觸面積多，阻力越大，速度減慢，飛行距離和滯留時間越短。
- 比較EPP機和輕木機，D板環保飛機改變機翼設計後，飛行距離能保持最遠，滯留時間最長。

步驟

- 製作固定寬度但不同長度的機翼模型，機翼的長度，分別是10cm、15cm、20cm，用發射台量度並記錄三款環保飛機的飛行距離。
- 綜合測試結果，分析不同長度和寬度的機翼對飛行距離、升力和滯留時間的影響。

控制變項

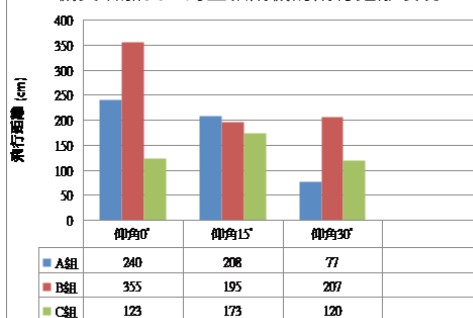
- 測試時控制變因為相同大小且穩定的風速，操縱變因為機翼的長度，如下圖：（測試機翼的長度包括5cm、10cm、15cm）



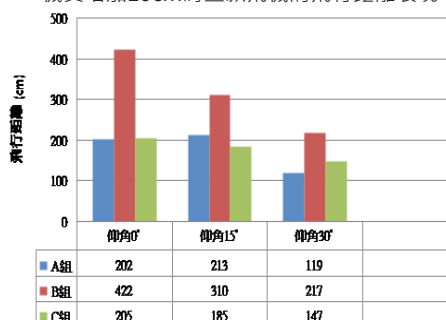
測試結果與分析

不同長度的機翼與飛機飛行距離的關係：

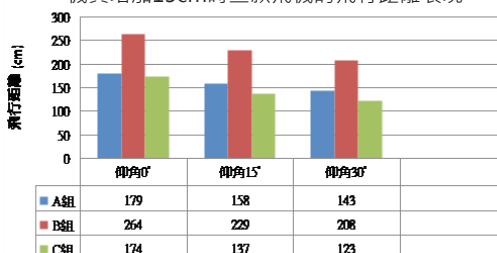
機翼增加5cm時三款飛機的飛行距離表現



機翼增加10cm時三款飛機的飛行距離表現



機翼增加15cm時三款飛機的飛行距離表現

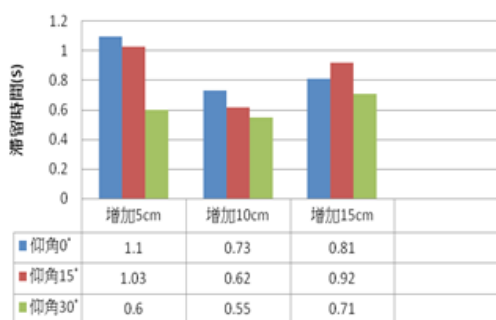


EPP機在仰角0度，機翼增長5cm的情況下，飛行距離最遠，距離達240cm；D板機在仰角0度，機翼增長10cm的時候，飛行距離最遠，距離達422cm；輕木機仰角0度，機翼增長10cm時，飛行距離最遠，距離達205cm，可見仰角越小，飛行距離最遠。

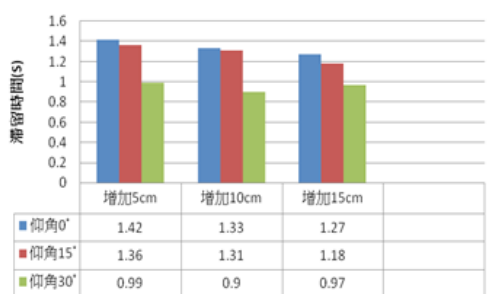
另一方面，從以上圖表可以看到，當三款飛機機翼增至15cm時，飛行距離會開始遞降，原因是機翼面積大，升力更大，阻力也更大，因為機翼越長，與氣流接觸面積越多，阻力會越大，令飛機飛行距離縮短。我們在現場也觀察到飛機落地前呈180度反方向轉動才落地，飛得不穩定。

不同長度的機翼與飛機停留時間的關係圖：

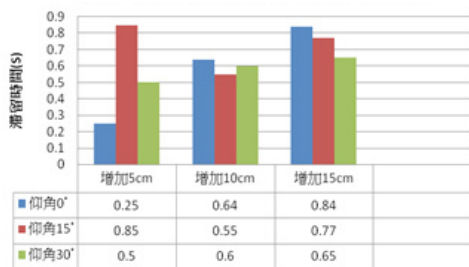
EPP機在不同長度的機翼下的停留時間表現



D板機在不同長度的機翼下的停留時間表現



輕木機在不同長度的機翼下的停留時間表現



EPP機在仰角0度，機翼增長5cm時候，停留時間最長，飛機停留空中達1.1秒；D板機在仰角0度，機翼增長5cm時候，停留時間最長，飛機停留空中達1.42秒；輕木機在仰角15度，機翼增長5cm時候，停留時間最長，飛機停留空中達0.85秒。由此證明仰度較小，飛機機翼較短時，飛機受的空氣阻力也會越小，震動較輕，令飛機的停留時間相對較長。三款環保飛機比較下，D板機在不同機翼長度的情況下，飛機的停留時間最長。

小總結

比較三款環保模型飛機的表現，D板即使改變了機翼設計，它在飛行距離和停留時間上的表現都比其餘兩款模型飛機優勝，飛行距離最遠，停留時間最長，因為它重量輕，平衡力最好，而且經過多次飛行測試後，它的損毀最少，是性能最好、最耐用的綠色環保飛機。

測試三：飛機材質對飛機升力的影響

假設

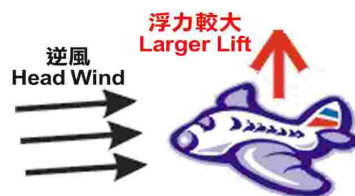
由於D板所做的新型環保飛機平行力較好，所以升力最好，停留時間最長，同時重量最輕，其次為EPP板飛機，最後是輕木飛機。

步驟

1. 用電子秤量度並記錄飛機在有風和無風的情況下三種環保飛機重力的分別，並計算出升力；
2. 比較和觀察三款環保飛機的升力和飛行情況；
3. 分析影響三款環保飛機的升力的因素。

控制變項

1. 測試升力的風洞設計相同，風速相同，風速為110ft/min；
2. 測試環境條件相同，於室內進行，不受風速影響；
3. 記錄風扇啟動前三種環保飛機的重量；
4. 測試時間為30秒，在有風和無風的情況下的重力讀數之差，即為升力。
5. 我們把測試飛機正面對着風洞，以增加飛機的浮力(如下圖)，然後記錄飛機的重量並找出其升力。



測試進行時情況



把測試飛機放在風洞模型前



三種環保飛機在風扇機啟動前後的重量差異，即為升力。

測試結果

	EPP機	D板機	輕木機
風扇啟動前重量	0.95oz	0.81oz	3.52oz
風扇啟動後重量	0.67oz	0oz	3.49oz
升力(ab兩者之差)	0.28oz	0.81oz	0.03oz
上升百分率	29%	100%	0.85%

A:EPP板機 B: D板機 C: 輕木機

結果分析

D板做的新型環保飛機升力最好，上升百分率為100%，當風扇啟動後，飛機完全離開起飛平台，其次為EPP機，最後是輕木機。原因是D板機重量最輕、平衡力較好，當風扇啟動後，風成為飛機向上升的推動力，令D板機上升得最快，飛機滯留在空中的時間也最持久。同時，我們觀察到用EPP板做的飛機上升後，在空中不停地搖晃，令飛行路線偏左或偏右，這是由於物料太軟所致，增加了阻力和影響飛行的穩定性，因此升力較D板機弱。最後，輕木機最重，所以升力最小。

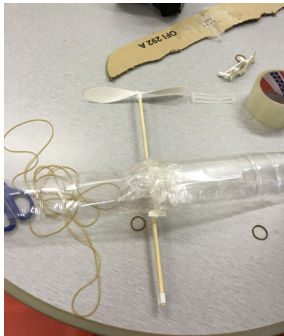
結論

綜合以上測試，我們發現D板機是重量輕，飛行距離最遠，速度快，穩定性強、升力最好和滯留時間最長，是性能非常好的模型飛機，加上它是可降解的塑膠物料，可以減少因廢物污染而對環境所造成的影響。那麼玩模型飛機就能玩得更環保和「安心」了。我們希望在不久的將來可以把測試用的新式塑膠物料應用到真實飛機上，減少對燃料的依賴。

困難及改良方法

難題一

在研習開始時，我們嘗試從日常生活中找些用剩而可以重用的環保物料去做模型飛機，包括：塑膠樽、紙皮等（如下圖），但是因為機身厚而重，無法流暢地飛行。



改良方法

簡化飛機的設計，並從減輕環保模型飛機重量開始著手設計。我們曾經訪問模型店店主的意見和翻查製造飛機模型的材料，結果決定選用兩款新型環保膠板，包括：EPP板、D板和輕木板，都是新式可分解和回收的環保物料，從而減少對環境的污染。

難題二

在發射台把仰角調較至30度，當輕木機起飛時，竟然是飛機機尾先落地，弄斷了機尾，這是我們意料之外的。

改良方法

我們組員隨即畫了一張相同尺寸的圖板，請校工幫我們用之前剩下同一塊相同厚度2mm的輕木板裁出底板，修補飛機，以減少誤差。

難題三

風洞設計模型完成後用鐵線掛起機翼兩邊，鐵線較重，而且這會令飛機固定在某位置，不能仔細觀察環保模型飛機於飛行時上下搖擺的情況。

改良方法

改用魚絲代替用鐵線掛起機翼兩邊，魚絲重量較輕，使我們可以更準確地在風洞內量度和記錄環保模型飛機的重量，觀察飛機升起時的變化，如環保模型飛機擺動的情況。

難題四

我們在利用電子秤量度環保模型飛機重量時，發覺因為環保模型飛機重量太輕，沒法用g為量度單位。

改良方法

當我們嘗試改用oz為量度單位時，才能顯示環保模型飛機的重量，結果測試順利完成，得出各款環保模型飛機的升力數據。

感想

譚穎燁同學

今年已經是我第三年和我最後一年參加常識百搭活動了，而三年來的主題都是不同的，令我獲益良多。恰巧每次的測試都和環保有關，而今次也不例外，我們嘗試去做一隻飛行能力較強的環保模型飛機，而我們用了三種不同的材料和改變機翼比例等做比較，找出飛得最遠、升力最好的環保綠色飛機。同時，我們也希望以後玩完的模型飛機不是玩完就扔掉，而是可以再分解，也不會對地球造成破壞。

陳景明同學

今年是我最後一年參加常識百搭活動了，我得到很多寶貴的經驗，學會了從不同角度去觀察整件事情，例如：該如何讓發射器穩定的發射；飛機該如何製作才不易損壞；該如何準確的確認飛機的降落點；機翼的造形或大小是否有決定性的影響等。我們最後能找出飛行距離最遠，升力最好和滯留時間最長的綠色環保飛機，很有滿足感。

劉再坤同學

在今次研習過程裏，我覺得相當辛苦和疲累，但是這是我學習得最多科學原理的一次，令我獲益良多。過程中，我們要參考很多有關飛機飛行原理的書籍和網頁，然後進行測試、整理和分析測試得出的數據，並得出結論，最終找出用Depron(可發性聚苯乙烯)可分解的塑製物料所造成的飛機在各個測試中表現得最出色，令我們十分雀躍！

楊俊傑同學

在研習初期，我們嘗試用可回收的塑膠樽和紙皮等較容易在街上拾到的環保物料做飛機模型，可是因為太重飛不起。然而我們沒有放棄，努力參考書籍，甚至訪問飛機模型店主的意見，再參考傳統飛機模型設計，最後成功用這三款新式環保塑膠料做成飛機模型，接着完成所有科學測試，非常開心，希望將來可以應用這些飛行時穩定和升力好的物料到實際飛機上，以減少對燃料的依賴，從而減少碳排放。

郭汶熹同學

今年是我第一年參加常識百搭活動，在研習過程中，我對飛機的材料加深了認識和明白了很多飛機的飛行原理，我覺得很有趣。過程中，我們要參考很多有關科學的書籍和上網查考飛機飛行的科學原理，到最後我們成功製作了一個風洞測試模型和發射台。能夠完成一個又一個測試，感覺很開心。

鳴謝

本研究報告能順利完成，承蒙廖麗儀老師和容暖欣老師撥出寶貴的時間悉心指導我們，由搜集和選取飛機模型物料的資料、發射台的製作和機翼設計都給予我們不少意見，在過程中克服種種困難，令測試得以順利完成，本組在此作出衷心感謝。研習過程是辛苦的，我們也付出了很多課餘時間去完成報告，非常感恩，無論成績如何，我們學會的科學知識和永不言敗的精神會深存我們各人的腦海裏，多謝各位評判！

參考資料

高源清(2002年5月):《小牛頓科學館-風的科學》，牛頓出版公司，台北市。

胡躍明、曹增節譯(2003):《科學探索:運動、力與能量》，杭州:浙江教育出版社。

林宣安著(2015):科學研習系列第50期之《機翼的原理》，台中市，自然科輔導團出版。

吳本韓、蘇若望(2014):《亞太科學教育論壇》，第五期，第一冊，文章四，第四頁(二零零四年四月)，「飛行」和「紙飛機」的教學活動，香港教育學院。

仰角(維基百科): <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BB%B0%E8%A7%92>，瀏覽日期:4-2-2016。

維基百科(2015): 牛頓三大定律，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%A8%E4%BF%A1%E5%AD%90>，瀏覽日期:26-12-2015。

明報(2015)【環保突破】黃粉蟲腸道可降解塑膠，科學家稱革命性發現:

http://news.mingpao.com/ins/instantnews/web_tc/article/20151003/s00005/1443802607919，瀏覽日期:26-12-2015。

《走近科学》:<http://www.weixinrensheng.com/v127o323/>，瀏覽日期:26-12-2015。

【生活裡的科學】(2013)伯努力效應:<https://www.youtube.com/watch?v=b6Ep4O3IPes>，瀏覽日期:26-12-2015。

風洞(2012): <https://www.youtube.com/watch?v=XNi5ICkKe48>，瀏覽日期:4-2-2016。

小貼士



探究過程嚴謹，能考慮到各項變因，盡量做到公平的測試。同學們亦能有效地收集和處理數據，值得讚賞。

跑道風力回收 變發電裝置



學校：大埔舊墟公立學校

組員：何汶澧同學、柯曉滢同學、何若璋同學、莊禮傑同學、黃卓謙同學、洪弘睿同學

教師：趙穎思老師、梁詠詩老師



研究動機

飛機飛行帶來大量碳排放，如何達致環保飛行，實現綠色之旅呢？

我們發現飛機在跑道升降時，會產生大量擾流，若可充分利用這些氣流，回收進行發電，以供在機場跑道或機場大樓的設施上使用，減低耗用不可再生的能源及碳排放，便可做到廢物利用及循環再用的環保原則了。

我們構思沿著跑道安裝一系列的葉形裝置，這些裝置能被飛機升降時的氣流帶動，從而產生電能。

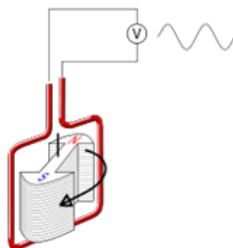
研究目的

1. 設計及製作模型，模擬在飛機跑道安裝「跑道風力回收發電裝置」，將風能轉化為電能，將能量提供給機場設施使用。
2. 研究飛機引擎的氣流所製造的風速與距離和角度之間的關係，從而了解發電的效果。
3. 研究扇葉的數目的發電效果。

資料搜集

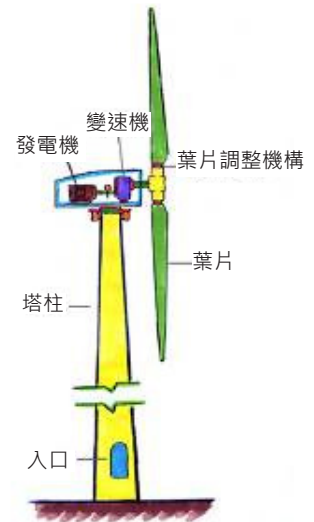
發電機

發電機是把動能或其它形式的能量轉化成電能的裝置。發電機的構造，就是利用使磁鐵在線圈與線圈間迴轉，周圍的線圈便能發電的原理。利用動能，例如人力、水力、風力、蒸汽的推力等，使線圈在磁場中快速轉動，線圈內的磁場改變，線圈內便會有感應電流產生。發電機便運用「電磁感應」原理將動力所作的功轉換成電能的裝置。



風力發電

風能是因空氣流動而產生的一種可利用的能量。空氣流動具有的動能稱風能。空氣流速越高，它的動能越大。用風車可以把風的動能轉化為有用的機械能；而用風力發動機可以把風的動能轉化為有用的電力，方法是透過傳動軸，將轉子（由以空氣動力推動的扇葉組成）的旋轉動力傳送至發電機。



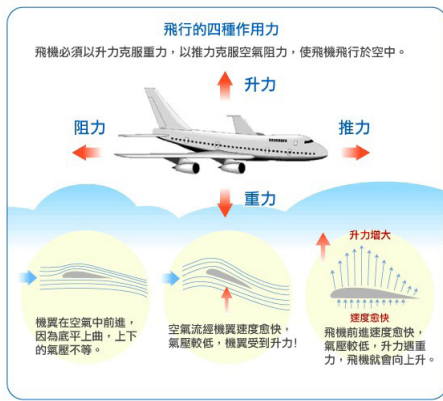
風力發電優點

1. 不需要燃料有風即可發電，所以沒有燃料問題。
2. 沒有空氣污染、輻射或二氧化碳排放等問題。
3. 取之不盡，用之不竭，沒有能源危機。
4. 建造費用較水力、火力或核能發電廠的建造費用便宜很多。

飛行原理

飛機之所以能夠飛翔，主要是透過四種力量交互作用所產生的結果。這四種力量分別是引擎的推力、空氣的阻力、飛機自身的重力和空氣的升力。飛機以引擎的速度產生推力，並且以升力克服重力，使機身飛行空中；當空氣流經機翼時，飛機的機翼截面形成拱形，上方的空氣分子因在同一時間內走較長的距離，相反地，下方的空氣分子跑得較快，造成在機翼上方的氣壓會較下方低，這樣，下方較高的氣壓就將飛機支撐著，並浮在空氣中，這就是物理學的伯努利原理(伯努利：十八世紀荷蘭出生的數學家與科學家)。當推力大於阻力、升力大於重力時，飛機就能起飛爬升，待飛機爬升到巡航高度時就收小油門，稱為平飛，這時候推力等於阻力、重力等於升力，也就是所謂的定速飛行。

◎飛機為什麼飛得上去？



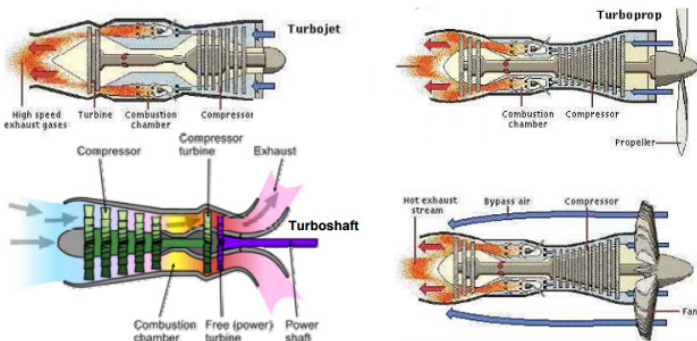
推力	為了使飛機前進，由引擎所產生的力。 牛頓定律：作用力 = 反作用力
阻力	飛機前進時，空氣與之相反的力。
升力	由於前進，在主翼上產生向上的力。
重力	飛機的全體之重力。

牛頓的作用力與反作用力定律表述為：「作用在一個物體上的每一個力都有一個方向相反大小相等的反作用力。」
 當發動機工作時，大量空氣被吸入進氣道，經過發動機各機件工作，使吸入的空氣增壓，再經燃油燃燒使氣體更加膨脹，進一步增大氣體的壓力，這樣強大的壓力都是在發動機內腔產生的，即是發動機的內壓力。當高壓氣體從尾噴管噴出時，即產生一個與高壓氣體壓力相等方向相反的反作用力，這一反作用力就是發動機帶著飛機向前飛行的推力。

燃氣渦輪引擎

在燃氣渦輪引擎中，主要由壓縮機、燃燒室、渦輪等部份構成。渦輪的目的在於將氣流的能量轉換為機械能，其葉片構造為翼剖面，與螺旋槳及飛機機翼相似。當氣流流過時產生作用力，對轉子葉片作功而使其轉動，因此能將氣流的能量轉換成機械能輸出，氣流在通過渦輪後，溫度與壓力都會下降。

新鮮空氣由進氣道進入燃氣渦輪引擎後，首先由壓縮機加壓成高壓氣體，接著由噴油嘴噴出燃油與空氣混合後，在燃燒室進行燃燒成為高溫高壓氣體，然後進入渦輪段推動渦輪，將熱能轉換成機械能輸出。而由渦輪輸出的機械能中，大部份會用來驅動壓縮機，剩下的則用來產生推力或經由傳動軸輸出，用以驅動如螺旋槳、發電機、傳動系統等。依據燃氣渦輪引擎之動力輸出構型，又可將燃氣渦輪引擎區分為渦輪噴射引擎、渦輪風扇引擎、渦輪螺旋槳引擎、渦輪軸引擎四大類。



製作過程

材料

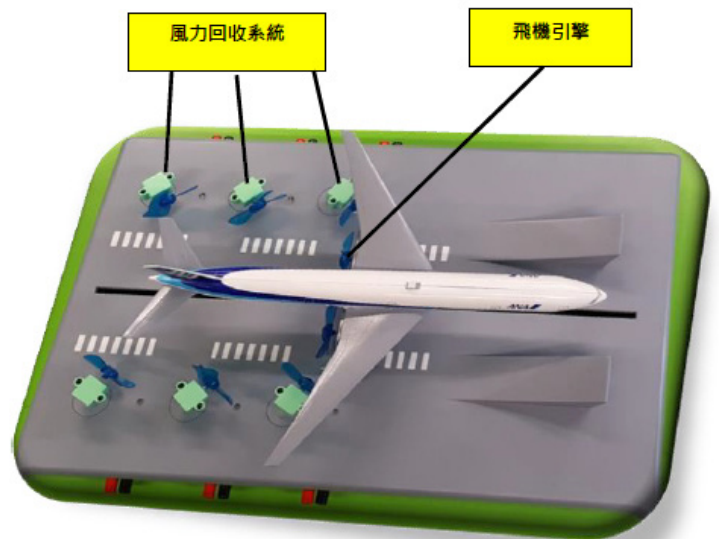
亞加力膠板、LED燈、電線、錫、噴漆、發電機、不同形狀扇葉、電壓計、風速計。

製作過程

1. 設計及製作模擬飛機跑道，裝有六個「跑道風力回收發電裝置」的風扇，安裝電力裝置(發電機、電線等)
2. 設計及製作飛機，裝上模擬引擎的風扇。



結構圖



測試過程和結果

測試一：測試裝置發電的可行性

假設

開啟飛機的模擬引擎風扇，能製造風力，推動發電機，令燈泡亮起。

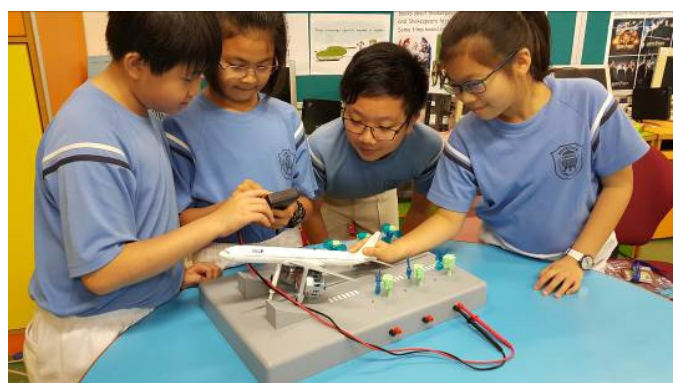
測試步驟

1. 接駁測試裝置，開啟飛機的模擬引擎風扇；
2. 利用電壓計測量跑道上風扇輸出的電壓值，並記錄有關數據；
3. 觀察接駁風扇的 LED 是否亮起。

測試結果

	LED燈是否亮起? (是/否)
測試一	是
測試二	是
測試三	是
測試四	是
測試五	是

小總結：飛機的模擬引擎風扇能使跑道上風扇轉動，將風力轉為動能，推動發電機，令燈泡亮起。



測試二：測試飛機的模擬引擎的風速與距離的關係

假設

越近飛機的模擬引擎風扇，風力越強，風速越大。

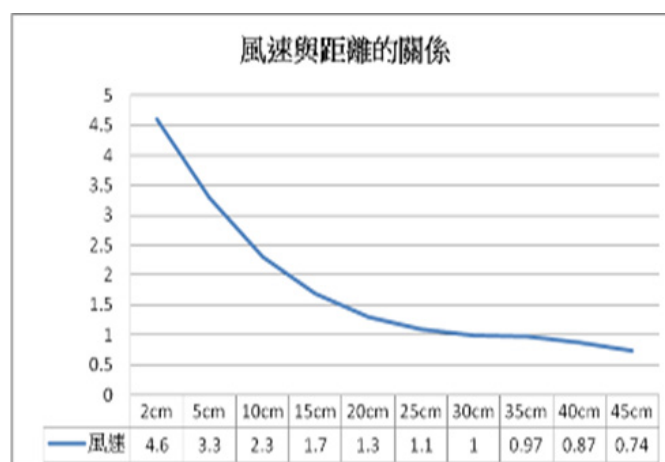
測試步驟

1. 依圖設計測試，在飛機的模擬引擎風扇後量度不同距離，放上風速計量度風速。
2. 開啟飛機的模擬引擎風扇。
3. 在設定的距離做測試，利用風速計閱讀風速，並記錄有關數據。
4. 比較不同的距離和風速的關係。



測試結果

距離	風速m/s			
	第一次	第二次	第三次	平均值
2cm	4.2	5	4.5	4.6
5cm	3.7	3.5	2.7	3.3
10cm	2.4	2.5	2	2.3
15cm	1.7	1.9	1.5	1.7
20cm	1.2	1.7	1	1.3
25cm	1	1.3	1	1.1
30cm	0.9	1.2	0.9	1
35cm	0.9	1.2	0.8	0.97
40cm	0.8	1.1	0.7	0.87
45cm	0.7	0.8	0.7	0.74



小總結：越近飛機的模擬引擎風扇的風力越強，即風速數值越大，2cm距離有4.6m/s。

測試三：測試飛機的模擬引擎的風速與角度的關係

假設

0-90度都有風速，估計45度風速最高。

測試步驟

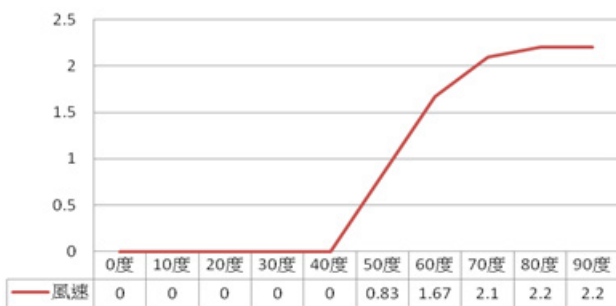
1. 在飛機機翼旁，距離引擎風扇10厘米，放上風速計量度風速。
2. 開啟飛機的模擬引擎風扇。
3. 在設定的角度做測試，利用風速計閱讀風速，並記錄有關數據。
4. 比較不同的角度和風速的關係。



測試結果(各角度進行3次測試)

角度	風速m/s			
	第一次	第二次	第三次	平均值
0度	0	0	0	0
10度	0	0	0	0
20度	0	0	0	0
30度	0	0	0	0
40度	0	0	0	0
50度	0.8	0.2	1.5	0.83
60度	1.7	1.6	1.7	1.67
70度	1.9	2.3	2.1	2.1
80度	2.2	2.3	2.2	2.2
90度	2.1	2.4	2.2	2.2

風速與角度的關係



小總結：角度90度的風速數值最大，有2.4m/s，0至40度沒有測到風速。

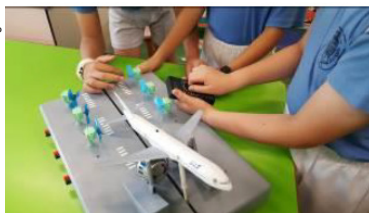
測試四：不同扇葉的數目與電流的關係

假設

三片扇葉比四片的電流較佳。

測試步驟

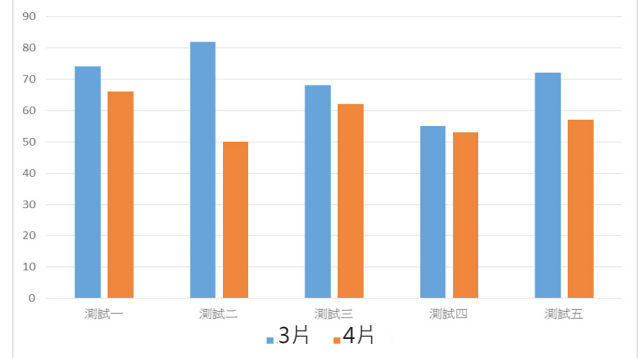
1. 在「跑道風力回收發電裝置」裝上3片或4片扇葉，進行測試。
2. 使用電壓計測試電流。
3. 記錄數據。



測試結果

	產生電流的值(μA)					平均值
	測試一	測試二	測試三	測試四	測試五	
3片扇葉	74	82	68	55	72	70.2
4片扇葉	66	50	62	53	57	57.6

扇葉的數目與電流的關係



小總結：3片扇葉所做的測試的電流平均值比4片扇葉較大，即表示裝置使用3片扇葉較好。

備註：根據其它有關扇葉形狀和數目的研究，指出扭轉的曲面更符合流體力學，能讓風力更集中，更強。電風扇葉片轉動時，葉片的斜角會與空氣產生磨擦，空氣會被「推走」，同時被「推走」的空氣會對葉片產生一股反作用力。這是牛頓提出的「作用力與反作用力」原理。被推走的空氣，就是我們皮膚可以感覺到的「風」。一片和兩片都因沒有形成一個面而難以平衡。葉片數愈多，模具愈不好做，效率更可能下降，而且單數葉片比較容易校正旋轉中心。

測試五：量度裝置發電的功率

測試步驟

1. 設定45度及10cm距離，將飛機放在一個固定的位置；
2. 開啟引擎的風扇，令跑道上的風扇轉動；
3. 記錄兩旁風扇的電壓(V)及電流(μA)，然而計算功率(W)

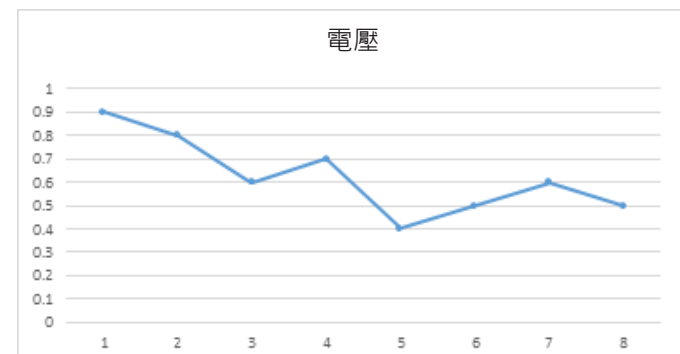


*設定10cm距離及45度，再量度電功率。

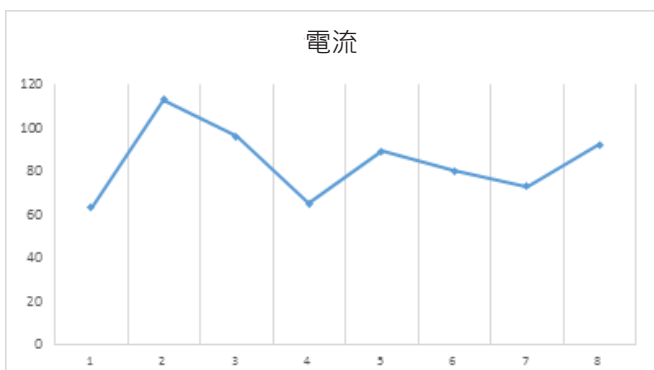
測試結果

測試	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
電壓	0.9	0.8	0.6	0.7	0.4	0.5	0.6	0.5	0.625

電壓



測試	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
電流 (10-6)	63	113	96	65	89	80	73	92	83.9

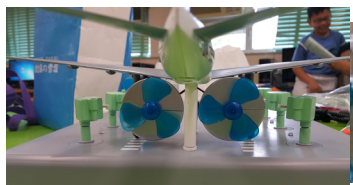


總結

利用飛機起降時的擾流進行發電的地面風力發電系統是可行的。若機場能夠沿著跑道安裝一系列的葉形裝置，這些裝置能被飛機起降時的氣流帶動，從而產生電能。

模型供電量：

葉形裝置 = 1個
引擎風速 = 4.6m/s
收集氣流後產生的電力 = 0.000525W

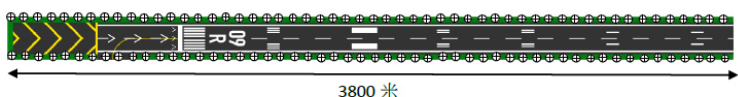


計算機場一條跑道供電量：

飛機引擎噴出氣流大約是 500m/s，即約是模型引擎的100倍，每部風扇產生的電力：



$$0.000525W \times 100 = 0.0525W$$



香港國際機場一條跑道長3,800米，假設跑道每邊安裝50部風扇，即兩旁共100部風扇(即約每隔70米一部)。

兩條跑道平均每小時超過60班次升降，即平均每小時每一條跑道有15架飛機起飛，因機場是24小時運作，即全日每條跑道有360架飛機起飛。

一條跑道產生的電力：

$$0.0525W \times 60 \text{班次} \div 2 \text{條跑道} \div 2 \text{(只計起飛)} \times 24 \text{小時} \times 100 \text{部風扇} = 1890W$$

困難及感想

製作裝置時，最困難是模型的製作。雖然我們已構思好概念設計，但在實際製作模型方面，要使用危險的工具，例如：界刀、錸錫器、噴漆等，這些步驟都要得到父母的協助才完成。

設計測試亦是難點之一。我們需要設計一個公平的測試，以找出「跑道風力回收發電裝置」中幾個重要問題的答案，包括可否供電、能提供多少電、距離及角度與風速的關係等，在過程中需要保持不變的因素來進行一個合理及可靠的比較測試。

另外，因為對電的知識不足，經常會遇到有關電流及電壓的問題和困難，幸好得到老師、父母的指導下，問題得以解決，而我們的作品也能順利完成了，我們有很大的成就感呢！



改善及展望

由於令測試更方便操作，我們今次將收集氣流的風扇設置於跑道上方，實際上機場跑道的設計是不應有任何障礙物的，若加了風力回收系統，有可能會對飛機升降造成危險。所以構思將裝置是嵌入跑道裏，避免飛機滑行道時撞到風扇，產生意外。但這樣會影響風力回收的效果，可再研究增強回收扇葉的效能作補救。

現時的概念是應用於機場內，若能夠加以改良，運用在其他地方，例如：高速公路，利用汽車高速駛過時所帶動的氣流，推動扇形風力回收裝置，產生電能，亦是另一可行的環保方案。

參考資料

- 《Jet Turbine Engine 飛機噴射渦輪引擎如何運作》，檢自 <https://www.youtube.com/watch?v=dNBZ1-i2le8>
- “噴氣式發動機推力產生的機理”，檢自 <http://www.bjgp.gov.cn/zhuanti/story/gsnr/30400.shtml>
- “發電機”，檢自 <http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E5%8F%91%E7%94%B5%E6%9C%BA>
- <http://www.hres.chc.edu.tw/sea/energy/theory.html>
- 維基百科“噴射引擎”，檢自 <https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E5%96%B7%E6%B0%94%E5%8F%91%E5%8A%A8%E6%9C%BA>



利用飛機升降時的擾流進行發電的意念可行性高且具實用性，但測試中應多加注意各變項之間的關係，如飛機的大小與發電之間的距離的變化。由於跑道會供不同大小的飛機升降，同學亦可研究如何處理氣流收集扇與引擎之間距離的問題。但如報告提及，由於氣流收集扇設於跑道上會成為障礙物，所以除了考慮嵌入式設計外，亦需改動扇葉設計以提高系統效能。



利用學校常見廢物 能做到模型飛機



學校：嘉諾撒小學

組員：范意莉同學、陳樂瑤同學、司徒慧晴同學、林愛純同學、鍾穎欣同學、楊少萱同學

教師：王啟聰老師、方志新老師、陳計光老師

意念

本年常識百寶的主題是「綠色啟航」，正當我們討論可以用甚麼主題來探究時，我們發現學校每天所製造的廢物當中大部分都是來自日常生活的，並不適宜用作製造模型飛機。我們又發現老師和校務處的員工每天都產生大量的紙張，所以我們便選擇了用這些「環保紙」作為模型飛機的原料。並希望透過測試，看看可以如何改良這些「環保紙」模型飛機。

科學原理

用於模型飛機上的力可以分成以下四種：

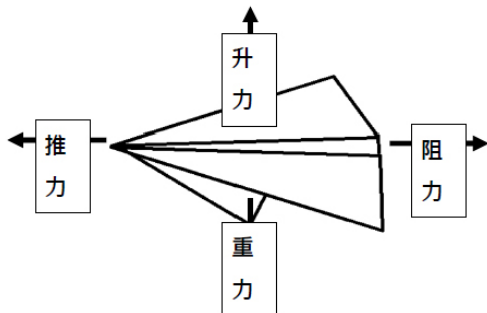


圖1. 影響紙飛機飛行的四種力

推力

推力是指當人向前拋擲模型飛機時，令飛機向前的力。正常而言，推力越大令模型飛機飛得越遠。而在真實的飛機中，推力是來自飛機的噴射引擎。當飛機的噴射引擎把空氣壓縮再向後噴發時，所產生的反作用力便會造成向前的推力，並令飛機向前飛。

阻力

飛機在空中時，阻力是指模型飛機在半空中向前飛行時，飛機會遇到空氣阻擋，空氣會對飛機施予阻止飛機向前的力。

重力

重力是指飛機或模型飛機本來的重量，是地球核心對飛機或模型飛機所施加向下的地心吸力。

升力

升力是指因機翼上下氣流不同而產生令飛機或是模型飛機向上的升力，而所有板狀的東西，都會產生升力。

而飛機或是模型飛機的加速、減速、上升和下降便是透過這四種不同的力所造成。

測試設置及步驟

我們選了兩種常見的紙飛機摺法，我們打算用以下方法進行測試：

1. 同一位同學以相近的力度和角度去投擲飛機五次。
2. 以座標的方式記錄紙飛機的落點。
3. 把座標輸入到Geogebra中繪成落點分佈圖。
4. 分析結果。

以下為兩次以人手投擲紙飛機的落點分佈圖：

紙飛機為：闊翼紙飛機

測試一

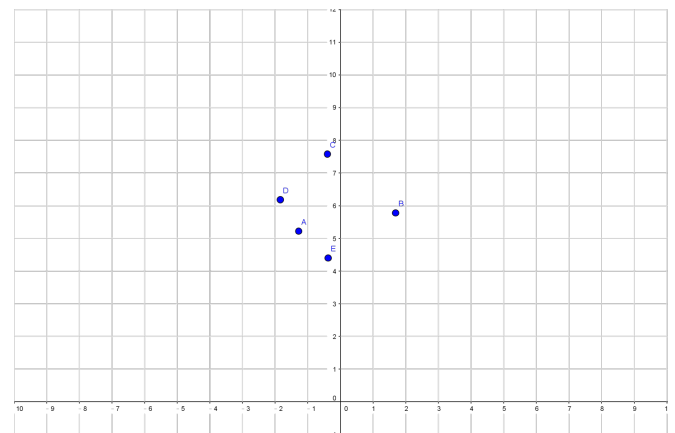


圖2. 由同學A投擲5次的結果

測試二

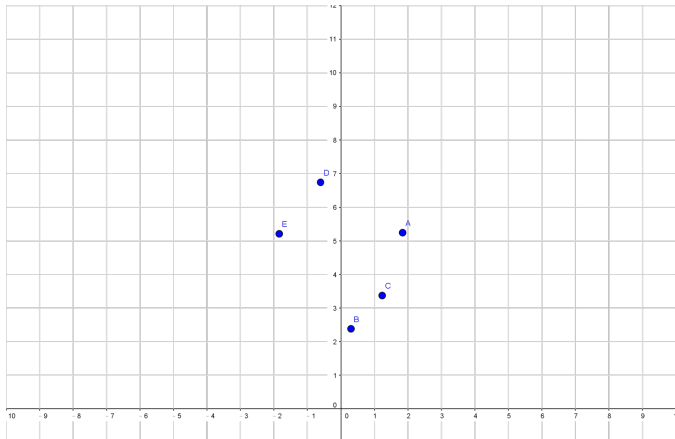
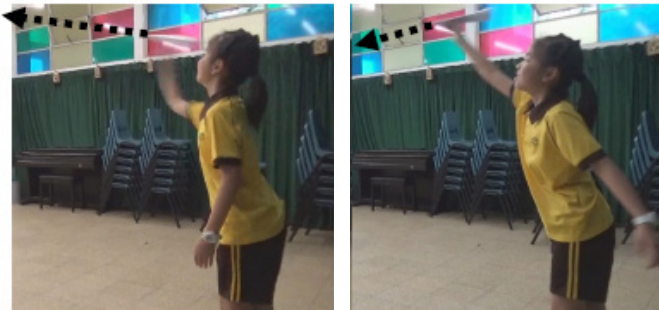


圖3. 由同學B投擲5次的結果

由結果可見，我們發現兩位同學所投擲5次紙飛機的落點都是分散的，根本很難用這些數據來作比較。我們播放了同學用人手投放紙飛機時的短片作檢討，發現每次用人手擲出去的紙飛機的力度、角度和方向都有差別，導致每一次都會有不同的誤差。(如下圖)

圖4. 由同一人手投擲時出手角度亦有所差別



根據分析，我們認為用人手投擲紙飛機會為測試增加很多變數，影響了測試的準確性，所以決定放棄利用人手投擲紙飛機，改為使用機械投擲。

修正測試設計

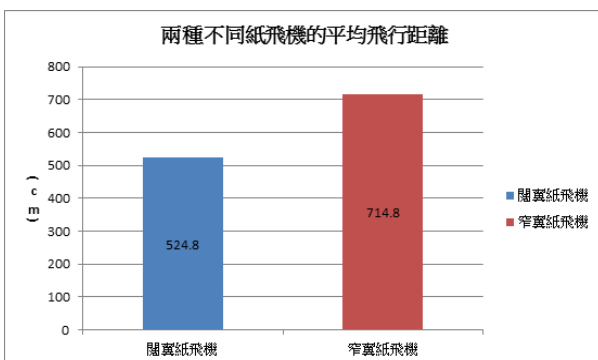
為了製作一個投擲紙飛機的工具，我們到互聯網搜尋資料。我們找到一個投擲紙飛機的機器製作方法，這個機器的操作原理是利用摩打通電，從而帶動摩打上的光碟轉動，當紙飛機的底部經過左右兩邊光碟中間時，紙飛機便會立刻加速向前衝，並投擲出去。待老師協助製作出紙飛機投擲器後，我們便利用這個機器測試兩款常見摺法的紙飛機。另外，我們認為對同一個樣本進行5次測試未必準確，所以會將每樣本的測試次數增至10次。

修正後測試設置及步驟

1. 將紙飛機投擲器平放於高約70cm高的枱面上。
2. 開著兩個摩打的電源，等候約15秒待光碟轉速穩定。
3. 將紙飛機置於坑道中並讓底部經過光碟中間並讓它擲出。
4. 以座標的方式記錄紙飛機的落點。
5. 重覆測試步驟1-4 十次。
6. 把座標輸入到Geogebra中繪成落點分佈圖。
7. 分析結果。

測試結果

兩種不同紙飛機的平均飛行距離比較



38 圖5. 兩種不同紙飛機的平均飛行距離比較圖

飛機落點比較

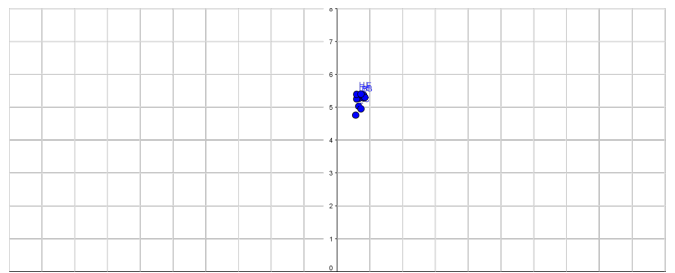


圖6. 闊翼紙飛機落點分佈圖

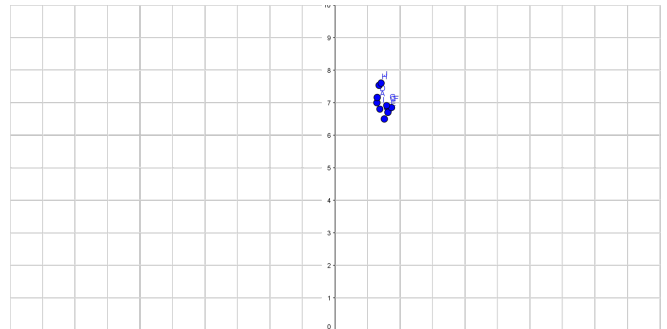


圖7. 窄翼紙飛機落點分佈圖

分析

將兩隻紙飛機各以投擲機器投擲十次後，將結果畫成分佈圖後，我們發現這個投擲器的確比以人手拋擲準確。從兩幅分佈圖中，我們都能發現機器投擲比以人手投擲更為密集。因此，我們認為利用機器代替人手投擲飛機可以解決以人手造成各種誤差的因素。

在這次測試中，我們發現尖頭窄翼的紙飛機的飛行距離比闊翼的紙飛機為遠，但是以落點的密集程度來比較時，則以闊翼的紙飛機較密集。

在上網查閱資料後，我們得知機翼的形狀會影響飛機的速度和飛行穩定性。

若紙飛機的機翼較闊大，便有更大的機翼讓更多的空氣承托起紙飛機，令紙飛機的飛行更穩定。但是較大的機翼面亦代表更多的空氣摩擦而令到阻礙紙飛機向前飛行，所以我們便會得出以上的測試結果。

改良紙飛機

在成功比較兩種紙飛機後，我們便利用網上三種不同的改良法來改良紙飛機。這三種方法是在紙飛機的機頭部分夾上1個萬字夾、為每邊紙飛機機翼剪出一個向上的升降舵和為紙飛機的機翼摺出一個側翼。

測試結果

兩種常見紙飛機在三種改良方法下的平均飛行距離比較

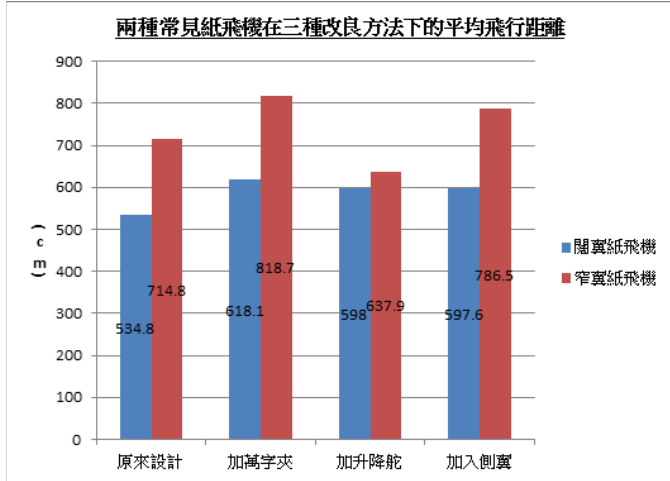


圖8. 兩種不同紙飛機在三種改良方法下的平均飛行距離比較圖

飛機落點比較

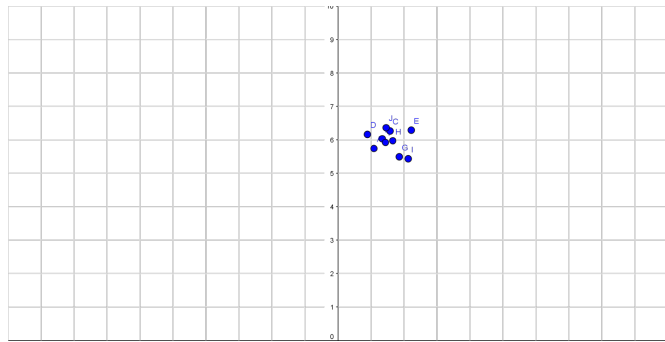


圖9. 闊翼紙飛機加萬字夾落點分佈圖

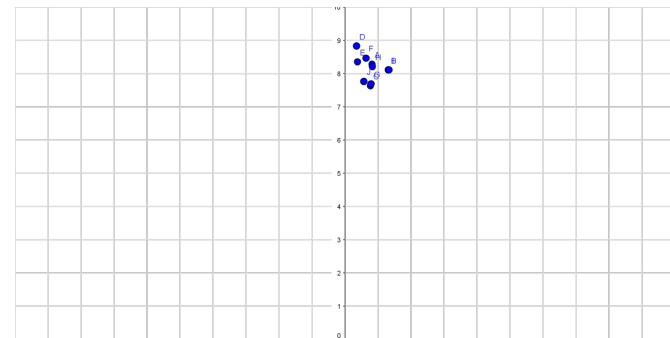


圖10. 窄翼紙飛機加萬字夾落點分佈圖

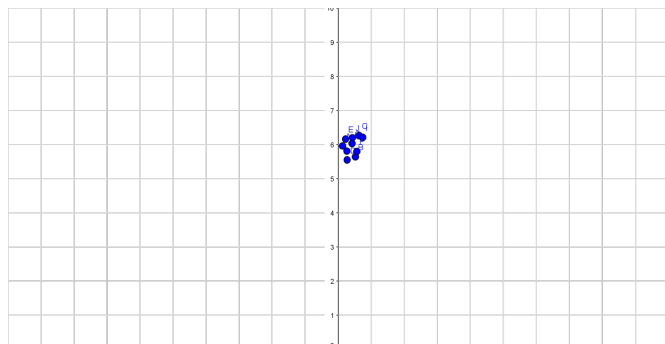


圖11. 闊翼紙飛機加升降舵落點分佈圖

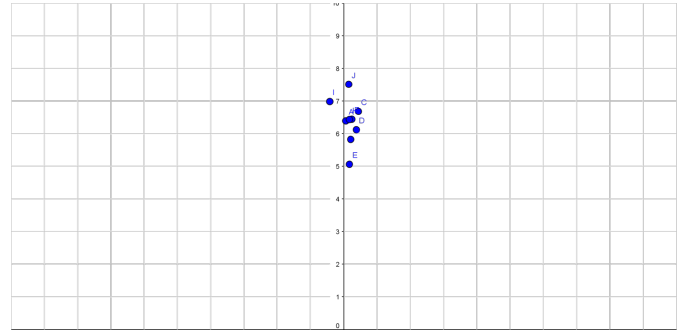


圖12. 窄翼紙飛機加升降舵落點分佈圖

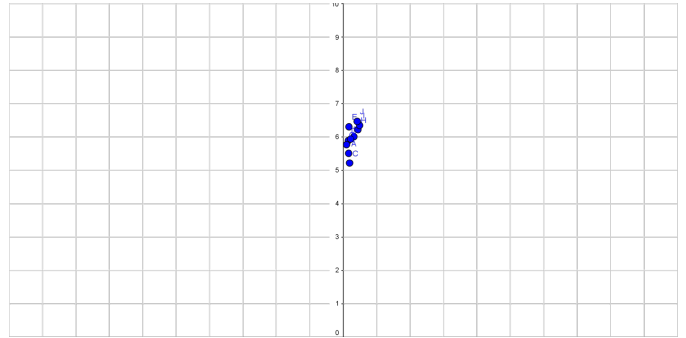


圖13. 闊翼紙飛機加側翼落點分佈圖

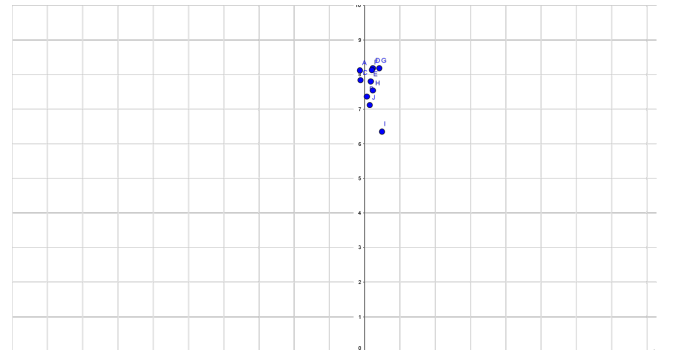


圖14. 窄翼紙飛機加側翼落點分佈圖

分析

首先，第一個改造方法是把萬字夾夾到紙飛機前端，改變紙飛機重心。測試結果顯示，兩隻紙飛機的飛行距離都是增加的，闊翼機和窄翼機的飛行距離都分別增加了17%和15%。

根據我們所搜集到的資料，用這個方法可以令紙飛機的重心前移，減低空氣阻力對紙飛機的影響，所以紙飛機便能飛得更遠，而紙飛機的落點和之前的分佈也大致相似。

第二個改造的方法是在機翼尾部加入升降舵，測試結果令我們感到十分意外。這個改造對兩種不同的紙飛機有着不同的效應，根據結果顯示，闊翼紙飛機加入向上的方向舵增加了紙飛機的飛行距離約14%，但是對於窄翼紙飛機而言則減少了紙飛機的飛行距離約11%，而且飛行的路徑亦變得很奇怪。

對於這個奇怪現象，我們認為是升降舵影響了紙飛機的升力。根據伯努利定律，當加了向上的升降舵後，會產生升力支撐紙飛機，所以闊翼的紙飛機便可以增長飛行距離。但是窄翼紙飛機的飛行速度本來已經很高，所以升力可能過大而導致有輕微反機的情況發生，反令飛行距離和穩定度下降。

第三個改造方法是為飛機加入側翼。據結果顯示，為紙飛機加入了側翼後，紙飛機的飛行距離有所增加。我們發現在加入側翼後的紙飛機的落點更接近中間線，即代表紙飛機的偏向進一步減少，這個現象可能是加入側翼可以控制紙飛機向前飛行時流過機翼的空氣方向，從而令紙飛機的落點保持在中線。

結論及建議

經過這次探究活動後，我們認為「環保紙」的確能夠做到模型飛機，若然為了和別人比賽，比拚紙飛機的投擲距離有多遠的話，窄翼的紙飛機便比較合適。但是，若然想製造遙控的模型飛機，我們認為應該用飛行穩定度較高的闊翼進行改装。

延伸測試

建議可以進一步測試不同的機翼形狀對紙飛機飛行是否有影響。另外，亦可以就三個改良項目再進行測試。例如加入不同數目的萬字夾、測試不同升降舵的角度和改變側翼的大小。

參考資料

Florence Temko(2004): Origami Airplanes, Tuttle Publishing, Singapore

Manuelmasc(無出版年份)

Make a Fun Paper Planes Launcher · 瀏覽日期：19/2/2016 · <http://www.instructables.com/id/Make-a-Fun-Paper-Planes-Launcher/>

吳本韓·蘇若望(2004)·「飛行」和「紙飛機」的教學活動· 瀏覽日期：15/1/2016 · https://www.ied.edu.hk/apfslt/v5_issue1/ngph/

維基百科(2016)：紙飛機· 維基百科· 自由的百科全書· 瀏覽日期：15/1/2016 · <https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%BA%B8%E9%A3%9E%E6%9C%BA>



翼宜飛，剪翅啟航



學校：天主教明德學校

組員：吳俊廷同學、陳羨欣同學、李柏朗同學、黃欣彤同學、錢慧德同學、賴冠諾同學

教師：鄧耀華老師、蕭瑞鸞老師

意念

一直以來，人類對「飛行」都充滿了好奇和興趣。飛機能在天空中飛翔，主要是透過引擎的推力、空氣的阻力、飛機自身的重力和空氣的升力交互產生作用的結果。我們嘗試透過探究改變飛機機翼的設計和結構，尋找哪種機翼最能減低飛行時的阻力或增加上升力，達致減少能源消耗又能減低碳排放量的效果，從而推動綠色啟航。

科學原理

我們的測試應用了「伯努利定律」。「伯努利定律」是指當流體的速度加快時，物體與流體接觸的界面壓力減小，反之壓力會增加。由於飛機翼面的形狀，加速時上方的空氣會比下方的空氣快。因此，上方的壓力會比下方的壓力小。壓力上小下大時，便會形成了一股使飛機浮升的力。

除此之外，機翼的攻角會改變氣流的方向，使氣流向下，對機翼產生向上的反作用力，部分為升力。因此，機翼的形狀會影響機翼上方及下方的空氣流速，形成不同的空氣壓力，最後改變了飛機的飛行速度。

測試器材與材料

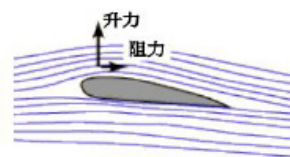
電動遙控飛機一架、珍珠板兩塊、卷尺一把、間尺一把、發泡膠切割器一個、計時器一個和賣貼一條



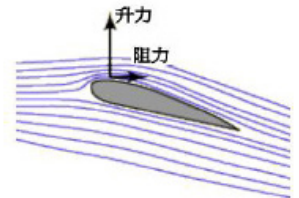
測試過程及結果

我們就改變飛機機翼的設計與結構進行了兩個測試。根據「伯努利定律」，飛機飛行時，因為流體的特性，使空氣在背向氣流的翼面加速，氣壓會因而下降；相反，在面向氣流的翼面便會減速，令氣壓增加。故此，機翼必需有著相對氣流的攻角。

在第一個測試，我們假設機翼相對氣流的攻角會影響空氣的升力：攻角愈大，升力愈高。



攻角小升力低

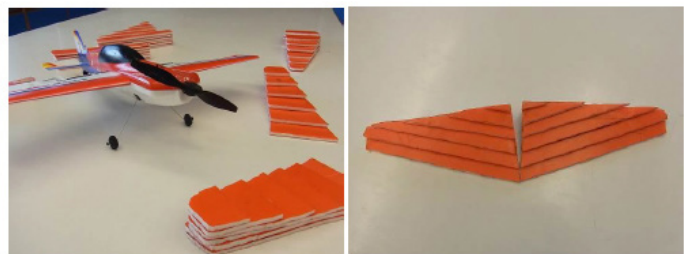


攻角大升力高

測試一：機翼攻角與飛行的關係

步驟

1. 首先用間尺量度及製造不同大小的珍珠板塊。
2. 然後把珍珠板塊疊起(最高6層)，用賣貼固定。
3. 預備電動遙控飛機，用賣貼分別把不同高度的珍珠板塊固定在電動遙控飛機的兩邊機翼的底部。
4. 記錄發射位置和飛機降落的位置，並觀察遙控飛機的飛行情況。
5. 重覆測試15次，進行比較及分析。



測試紀錄

層數	攻角度數	樣板	結果
0 (對照)	4		預設的攻角，飛行時間長，表現穩定。
1	10		攻角稍微減少，飛行時間長，表現大致穩定。
2	-26		攻角再減少，仍可飛行，但表現卻不穩定。
3	-31		攻角很少，幾乎不能飛行。
4	-36		攻角為負數值，無法飛行。
5	-41		攻角為負數值及負重量高，無法飛行。
6	-45		攻角為負數值及負重量更高，無法飛行。

結果分析

機翼的攻角直接影響飛機的升力，透過測試，我們證明了機翼的攻角愈大，升力便會愈高。而攻角接近0度或是在負數值時，飛機是不能飛行的。機翼攻角愈大，空氣阻力愈小，所以升力愈高；相反機翼攻角愈小，空氣阻力愈大，所以升力愈低。

根據現有的電動遙控飛機預設形成的攻角來飛行，飛行時間最長，表現亦最穩定。

小結

機翼的攻角大，有助飛機爬升，可以減少能源的消耗，並達致綠色啟航的目標。

改良

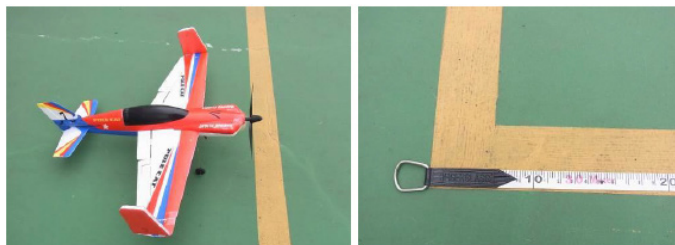
我們在進行第一次測試時，我們證明了機翼的攻角愈大，升力愈高。另外，我們發現現有的電動遙控飛機的機翼，飛行效果最理想，故我們意識到不用再透過探究改變現有機翼的攻角，來提升飛機的升力，從而達到減少使用燃料的目的。我們應進行另一個測試，嘗試透過探究改變飛機機翼的結構，從而提高飛機飛行時的速度，達致減少能源消耗和碳排放量的目的。


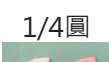
在第二個測試，我們假設不同形狀的小翼(winglet)會影響飛機飛行時的阻力。



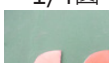
測試二：飛機小翼與飛行的關係

步驟

1. 首先用間尺量度及製造不同形狀的珍珠板塊。
2. 然後預備電動遙控飛機，用賣貼分別把不同形狀的珍珠板塊垂直，固定在電動遙控飛機兩邊的機翼上。
3. 觀察及記錄發射位置和飛機降落的位置，遙控飛機飛行時所需的時間及表現。
4. 重覆測試15次，進行比較及分析。



小翼形狀	飛行距離	平均飛行時間
對照	20米	6.95 秒
梯形 		4.99 秒
長方形 		3.27 秒
1/4圓 		3.92 秒

小翼形狀	飛行距離	平均飛行高度
對照	20米	1.62米
梯形 		2.13米
長方形 		5.46米
1/4圓 		3.76米

結果分析

在上述測試中，我們發現在遙控飛機的機翼上加上不同形狀的小翼會影響飛行時的阻力，從而影響飛行速度。經過反覆的測試後，沒有加上任何小翼的飛機的飛行時間最長，而且飛行的高度最低。當在遙控飛機的機翼上加上長方形小翼，它的飛行時間最短，而且飛行高度最高。長方形的機翼能防止上下表面的空氣繞流，降低因翼尖渦流造成的升力誘導的阻力。

在遙控飛機的機翼加上梯形和1/4圓形狀小翼時，雖然對比最原本的遙控飛機表現較好，而飛行高度亦較高，但是飛行時間較短。相比之下，加上長方形小翼的遙控飛機的表現差，原因是梯形和1/4圓形的機翼不能有效地防止上下表面的空氣繞流。由於受到空氣繞流的影響，導致升力損失，從而影響飛機的飛行高度與速度。

小結

小翼用以防止上下表面的空氣繞流，降低因翼尖渦流造成的升力誘導阻力，減少繞流對升力的破壞，提高升阻比，達到增加升力的目的。

變項控制

為了減少以上測試的偏差，我們有以下的措施或方法：

- 1) 測試的飛機模型形狀與重量須一致。
- 2) 飛機發射的力量須一致。
- 3) 每種飛機至少發射15次，再計算它們的平均值，務求讓誤差減少。
- 4) 在無風的環境下進行測試，減少干擾飛機飛行的情況。
- 5) 在廣闊的地方進行測試，以免飛機撞到障礙物，影響測試結果的準確度。

總結及應用

經過上述的兩個測試，我們發現機翼的攻角與飛行表現有著密切的關係。另外，在機翼旁加上小翼能提升升力，減少飛行時所帶來的阻力。現今的飛機的飛行阻力主要來自空氣密度，空氣的密度越高阻力越大；當飛行高度越高，空氣密度越低則阻力越少，阻力少則飛行速度快，能縮短飛行時間。另一方面，機翼的攻角愈大，可以有助飛機爬升，同時減少阻力，既可以節省燃油，又能減少能源的消耗。不過，若機翼的攻角過大，則會導致飛機失速而下降。有見及此，為減低飛行時的阻力和提升升力，便要輕微調校機翼的攻角。

飛機小翼的設計垂直地安裝在翼尖兩旁，主要用於削弱翼尖下表面氣流繞流至上表面的效應，減少升力流失，改善機翼性能。

因此如果我們要開展環保飛行，實現綠色之旅，我們建議飛機製造商在設計機翼時可以考慮：I) 輕微調校機翼的攻角；II) 在機翼旁加上長方形小翼，這樣就能提升升力，減低飛行時產生的阻力、飛行時溫室氣體排放及能源消耗，達致綠色啟航的目標。

感想及鳴謝

吳俊廷同學

我自小便幻想自己能成為一位飛機師，而今次的科學探究便進一步幫助我實現夢想。從開始討論題目至拍片和製作，我都能參與其中，而我主要負責設計和組裝機翼，很像一位飛機工程師。我希望我們這次的設計能夠廣泛應用於日常生活中。

陳羨欣同學

我在這次的活動中獲益良多，在組裝及設計機翼的過程中，參考了不少書籍及網址，增進了自己對飛機飛行及「伯努利定律」的知識。同時，我也參與了科學探究片段的拍攝工作，因而令我面向鏡頭時更有自信。在這個活動中，需要同學之間的協作，讓我學懂了團隊合作的重要。

李柏朗同學

透過活動，我知道了機翼的攻角與飛機飛行狀況有密切的關係。更想不到的是，原來飛機的機翼是可以削弱氣流繞流的效應，從而減少升力損失。我希望我們的設計可以能廣泛應用於航空業當中。

黃欣彤同學

我在這個活動中，學到了很多有關「伯努利定律」的知識。而測試的過程中，有幸得到賴老師的提點和同學之間的互相幫忙，才能順利完成。除此之外，我也參加了科學探究片段的拍攝工作，讓我學會合作的重要性。成功，不是一步可達到的，我十分珍惜這次參與「常識百搭」的機會，希望我們的設計能獲得好成績。

錢慧德同學

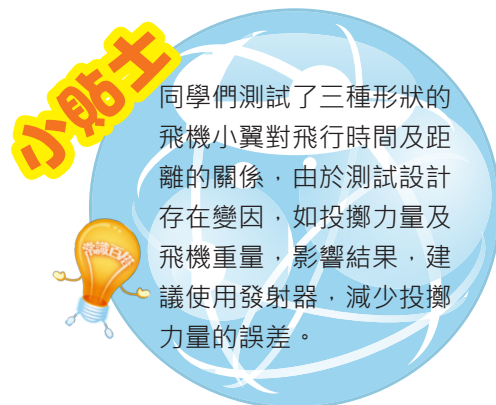
測試過程中，我學會了不少關於飛機的知識。這次的測試不能說沒有難度，但經過我和組員們一起合作，測試總算順利完成了。這次測試令我獲益良多，現在回顧我們的製成品，我感到十分驕傲。這證明了我們付出的時間和汗水並沒有白費，同時，我非常感謝我的組員和老師！

賴冠諾同學

我在這次的測試中，學會了「伯努利定律」和很多關於飛機的知識，獲益良多。透過測試，我對飛機的設計和作很有興趣，希望將來可以從事與飛機有關的工作。

參考資料

- 【科技宅】飛機機翼各部件解說&飛行升力原理 · <http://home.gamer.com.tw/creationDetail.php?sn=2551269>
- 香港教育城-學科天地《飛行的原理》 · https://www.hkedcity.net/iworld/feature/view.phtml?iworld_id=38&category=¤t_page=&feature_id=1765&page=2
- 吳本韓-香港教育學院「飛行」和「紙飛機」的教學活動 · https://www.ied.edu.hk/apfs/v5_issue1/ngph/index.htm#contents
- 科學大解碼《平穩的飛行》 · <https://www.youtube.com/watch?v=B0Cfcj0AbQ>
- NASA Airplane Parts and Function · <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/airplane.html>



「綠色建築 — 機場發電地板」



學校：香港浸信會聯會小學

組員：鄺以琳同學、李德瑜同學、廖敬謙同學、梁曉欣同學、邱璐得同學、曾祈恩同學

教師：黃梓冲老師、黃樂鈴老師

探究意念

我們每天都會行走很多的路，身體提供能量給我們行走。當中我們行走時產生的動能往往沒有加以利用。我們就本次科學專題綠色機場建築，希望利用機場客運大樓內大量人流，將動能轉化為電力，並儲存下來加以使用，藉此減輕機場能源消耗。

研究方法

為了研發環保的發電裝置，我們從互聯網上，搜尋到日常生活中已有不少能發電的材料，從而改良及設計發電裝置。我們主要探究「壓電材料」能否發電及儲存。其中打火機和蜂鳴器中是用「壓電材料」製造，我們希望測試它們產生的電壓及其穩定程度，選擇一種較合適的材料來設計機場的發電地板裝置。

目的

1. 運用日常身邊的事物，利用低成本的物料，製作機場地板壓電裝置。
2. 善用每一個人所產生的動能，轉換成電能，做到善用能源。
3. 鼓勵人們作創新發明。

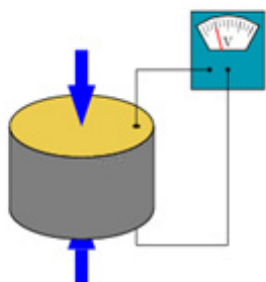
科學原理

壓電效應

某些電介在沿一定方向上受到外力的作用而變形時，其內部會產生極化現象，同時在它的兩個相對表面上出現正負相反的電荷。

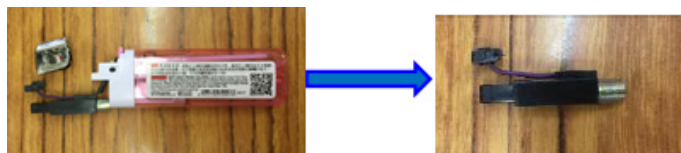
材料

電動遙控飛機一架、珍珠板兩塊、卷尺一把、間尺一把、發泡膠切割器一個、計時器一個和賣貼一條



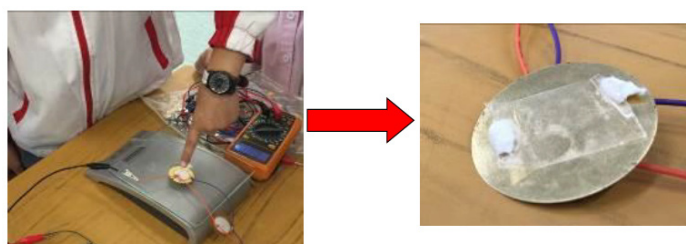
壓電陶瓷

壓電陶瓷是功能陶瓷中應用極廣的一種。日常生活中很多人使用的“電子打火機”和煤氣爐上的電子點火器，就是壓電陶瓷的一種應用。點火器就是利用壓電陶瓷的壓電特性，向其上施加力，使之產生十幾kV的高電壓，從而產生火花放電，達到點火的目的。



壓電陶瓷片

壓電陶瓷片是一種電子發音元件，在兩片銅製圓形電極中間放入壓電陶瓷介質材料當在兩片電極上面接通交流音頻信號時，壓電片會根據信號的大小頻率發生震動而產生相應的聲音來。壓電陶瓷片由於結構簡單造價低廉，被廣泛應用於電子電器方面，如：玩具，發音電子錶，電子儀器，電子鐘錶，定時器等方面。超聲波電機就是利用相關的性質製成的。



材料

我們今次用了以下的物品來進行測試。

測試物品

1. 火機的壓電裝置
2. 壓電片



測試過程及結果

測試一（打火機的壓電裝置所產生的電壓）

測試目的




測試打火機的壓電裝置所產生的電壓。

方法

1. 把1個、2個及3個壓電裝置用電線連接電壓計。
2. 在壓電裝置上按壓。
3. 測試每次按壓所產生的電壓。重複10次測試，並記錄結果。

公平測試

- 變項：壓電裝置的數量。
不變項：按壓的力度、接駁的電線數量。

	次數 壓電裝置的數量	次數									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
電壓 (V)	1個 	0.04	-10.06	0.03	10.15	-14.11	1.53	-10.27	0.62	0.78	0.05
電壓 (V)	2個 	11.24	-15.2	0.57	0.67	1.05	-10.05	0.65	3.59	-3.55	1.18
電壓 (V)	3個 	10.27	-8.59	10.47	15.56	-10.03	15.36	-15.05	11	-18.37	10.76

分析

發現打火機的壓電裝置能產生電壓，但會同時產生正值及負值的電壓，是交流電。最高可產生大概+15V的電壓及-18V的電壓，而最低則產生大概+0.03V的電壓。從以上的發現，打火機的壓電裝置所產生的電壓十分不穩定。

困難之處

每次按壓時都十分費力，而且當按壓2個及3個壓電裝置時，未必每次能同步按壓，造成誤差。因此，我們構想會否有另一種更穩定的按壓裝置，例如一些較容易按壓而又能產生穩定電壓的壓電材料。

測試二 (壓電片施力與電壓的關係 – 平放)

測試目的

測試在壓電片施以的力度與電壓的關係。

公平測試

- 變項：按壓的力度、壓電片的數量。
不變項：相同的壓電片。

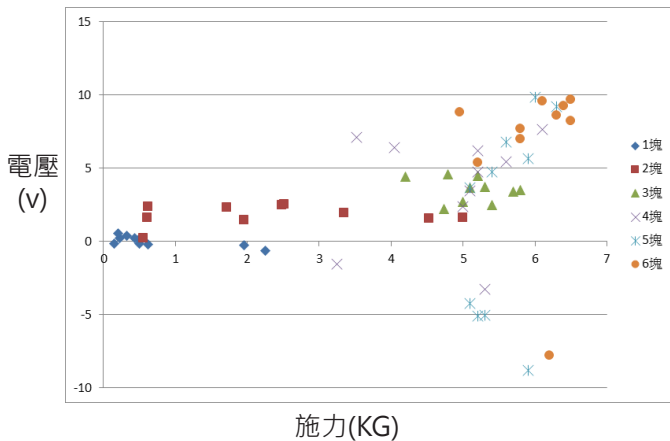
方法

1. 把1個已連接電壓計的壓電片放在電子磅上按壓。
2. 重複10次測試，並記錄結果。
3. 重複測試2個至6塊壓電片的力度和電壓

	1塊壓電片		2塊壓電片		3塊壓電片		4塊壓電片		5塊壓電片		6塊壓電片	
	力 kg	電壓 V	力 kg	電壓 V	力 kg	電壓 V	力 kg	電壓 V	力 kg	電壓 V	力 kg	電壓 V
1	0.5	0.19	2.48	2.52	5.1	3.69	4.04	6.4	5.1	-4.24	6.5	9.71
2	0.23	0.25	5.6	1.65	5.7	3.39	3.52	7.1	6	9.87	6.3	8.61

3	0.43	0.26	1.71	2.34	4.2	4.41	5.3	-3.24	5.9	5.65	6.2	-7.79
4	0.15	-0.16	2.51	2.57	5.3	3.71	6.1	7.64	6.3	9.22	6.4	9.29
5	0.62	-0.18	0.62	2.37	5.2	4.47	5.6	5.46	5.6	6.81	5.8	7.01
6	0.5	-0.15	0.61	1.65	5.8	3.52	5.2	6.2	5.4	4.75	6.1	9.61
7	2.25	-0.63	1.96	1.47	5	2.69	5.1	3.46	5.2	-5.09	4.95	8.84
8	0.21	0.56	4.53	1.57	4.73	2.23	5	2.39	5.9	-8.79	5.2	5.41
9	0.33	0.40	0.55	0.23	5.4	2.49	5.2	4.74	5.3	-5.04	6.5	8.24
10	1.95	-0.26	3.34	1.94	4.79	4.61	3.25	-1.56	5.1	3.69	5.8	7.69

壓電片施力與電理的關係



分析

我們發現壓電片有兩個特點：

- 1)在壓電片上施力越大，所產生的電壓就越大。
- 2)壓電片越多，按壓所產生的電壓就越大。
- 3)能產生電壓，但會產生正值及負值的電壓，是交流電。

測試三：LED燈發亮測試 (平放按壓)

測試目的

測試平放壓電片並按壓下能否令LED燈發亮。

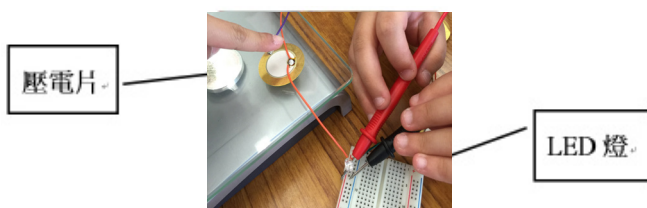
公平測試

變項：壓電片的數量。

不變項：LED燈的電壓、按壓方法。

方法

1. 把壓電片用電線連接LED燈。
2. 平放在桌上按壓壓電片。
3. 觀察LED燈有否發亮。
4. 重複5次測試，並記錄結果。



數量 \ 次數	1	2	3	4	5
1	×	×	×	×	×
2	×	×	×	×	○
3	×	×	○	×	×
4	×	○	○	○	○
5	×	○	○	×	×
6	○	×	×	×	×

分析

平放壓電片並按壓，不是每次都能夠成功令LED燈發亮。就算連接6塊壓電片都只有一次成功。我們認為平放按壓發電的方法不理想。

測試四：LED燈發亮測試 (敲打方法)

測試目的

測試平放壓電瓦片並敲打下能否令LED燈發亮。

公平測試

變項：壓電片的數量。

不變項：LED燈的電壓、敲打方法。

方法

1. 把壓電片用電線連接LED燈。
2. 平放在桌上用手指敲打壓電片。
3. 觀察LED燈有否發亮。
4. 重複5次測試，並記錄結果。

數量 \ 次數	1	2	3	4	5
1	×	×	×	×	×
2	×	×	×	×	×
3	×	×	×	×	×
4	×	×	×	×	×
5	×	×	×	×	×
6	×	×	×	×	×

分析

敲打壓電片沒有成功令LED燈發亮。我們認為敲打的力度、時間都不一致、而且不能準確打中壓電片中央位置。

測試五：LED燈發亮測試（藍寶貼墊底方法）

測試目的

測試有藍寶貼墊底的壓電瓦片每次壓下能否令LED燈發亮。

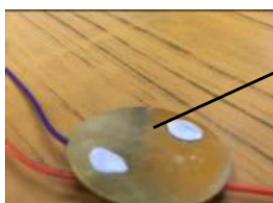
公平測試

變項：壓電片的數量。

不變項：LED燈的電壓、藍寶貼的大小。

方法

1. 把壓電片用電線連接LED燈。
2. 在每塊壓電片的底部貼上藍寶貼。
3. 放在桌上按壓壓電片。
4. 觀察LED燈有否發亮。
5. 重複5次測試，並記錄結果。



藍寶貼

次數 \ 數量	1	2	3	4	5
1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	×
3	○	○	○	○	×
4	○	○	×	○	○
5	○	○	○	×	○
6	○	×	○	×	×

分析

壓電片的底部貼上藍寶貼後大多數可成功令LED燈發亮，但在6塊壓電片同時按壓的情況下，失敗的次數增加。因為藍寶貼被多次按壓後變得平坦，不能發電。我們估計壓電片彎曲能夠更有效產生電壓。

測試六：LED燈發亮測試（橡皮膠粒墊底測試）

測試目的

測試有橡皮膠粒墊底的壓電瓦片每次壓下能否令LED燈發亮。

公平測試

變項：壓電片的數量。

不變項：LED燈的電壓、橡皮膠粒的大小。

方法

1. 把壓電片用電線連接LED燈。
2. 在每塊壓電片的底部貼上橡皮膠粒。
3. 放在桌上按壓壓電片。
4. 觀察LED燈有否發亮。
5. 重複5次測試，並記錄結果。



橡皮膠粒



次數 \ 數量	1	2	3	4	5
1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○

分析

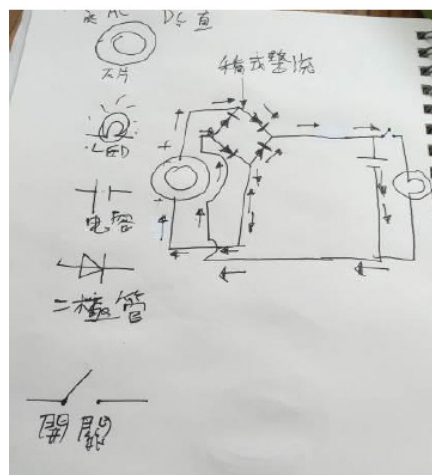
壓電片的底部貼上橡皮膠粒全部都是成功可以令LED燈發亮，而且亮度增加了。因為橡皮膠粒有彈性，被多次按壓後都不易變形，並能令壓電片微微彎曲。

小總結

經過一連串的測試，我們證明了壓電片越多，按壓所產生的電壓就越大。在壓電片上施力越大，所產生的電壓就越大。壓電片的底部貼上橡皮膠粒後按壓，能夠令增加電壓。我們希望利用壓電片的壓電效能生產出綠色電力，令香港國際機場客運大樓變得更綠化。

探究過程

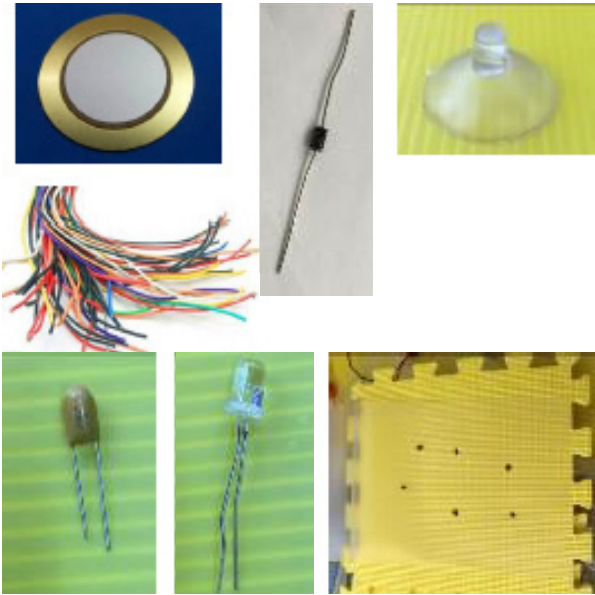
發電地板設計圖



發電地板的製作

是次用了以下的物品來製作發電地板，並將壓電片所產生的電力儲存起來，期望能做到環保發電的效果。

材料：壓電片X6、電線、二極管X4、34V電容、LED燈、膠地板、吸盤

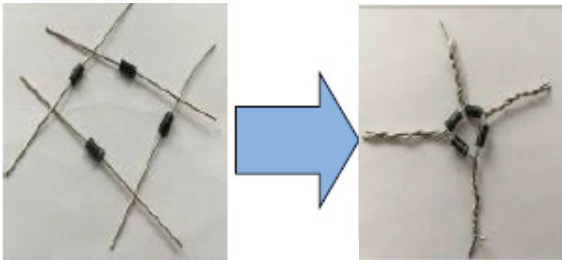


製作過程

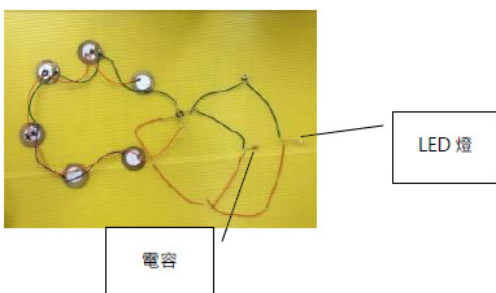
1. 將壓電片以串聯形式接駁。



2. 將4條二極管接駁成橋式整流，令交流電轉為直流電。



3. 將電容及LED燈接駁起來。



4. 將吸盤放在壓電片上，方便按壓。



5. 將吸盤安裝在膠地板上。



6. 將膠地板放在壓電片上按壓，並測試電容內電壓的變化。



困難及改良

在製作過程中，我們遇到了一些困難。以下是我們的困難和解決方法。

困難	解決方法
用膠紙固定電線，易鬆脫	用電線槽
只用吸盤按壓，但底部受力不集中	加橡皮膠粒在中央部分
壓電片間隔太寬，按壓時未能同時按中壓電片中央位置	腳底施力集中在壓電片上，增加準確度



測試七：發電地板的儲電測試

測試目的

測試按壓發電地板時每分鐘可儲存的電量。

方法

1. 將發電地板上的電壓計連接電容。
2. 踩踏發電地板。
3. 記錄一分鐘內發電地板可儲存的最高電量(V)。
4. 重複3次測試，並記錄結果。

次數	1	2	3	平均數(V)
每分鐘 126次(左右)	7.41	10.15	6.43	7.99
216次(左右)	14.34	16.11	17.76	16.07
126次(雙腳)	8.05	7.98	7.45	7.83
216次(雙腳)	9.43	10.57	11.07	10.35

分析

根據以上數據，每分鐘踩踏發電地板216次左右，電容內平均電壓有16.07V；而在發電地板上用每分鐘216次雙腳踩踏，電容內平均電壓有10.35V。從中證明，高頻率及每分鐘踩踏次數越多，所產生的電壓就越大。

結論

香港國際機場每天的人流十分多，根據民航處2013年統計，一年有648萬人次。我們可以利用能量轉換及壓電效應的科學原理，使用大量人流所產生的動能轉換成電能。希望利用我們的「發電地」改造機場，成為一個綠色環保機場。

感想

這次科學活動，我們不是為了結果，而是為了享受過程。我們從中學習到團結的美、怎樣解決困難、怎樣堅持、怎樣互相幫助、互相包容，還豐富了我們的科學知識，更重要的是讓我們在過程中學習、成長。感謝老師給我這個難得的機會去發揮我們的創意，並可給有需要的人作出一點點的貢獻。

參考資料

壓電材料- 瀏覽自 <http://www.tword.com/wiki/%E5%A3%93%E9%9B%BB%E6%9D%90%E6%96%99>。

壓電陶瓷及其應用，瀏覽自 <http://www.cccs.edu.hk/physics/resources/resArti/articles/43.pdf>。

電工初階 - 香港自學裝修網，瀏覽自 www.moonskyedu.com/furniture/電工/01電工初階.htm。

全波整流-橋式全波整流，瀏覽自 http://elect.taivs.tp.edu.tw/course/ch03_3_2b.htm。

鳴謝

這次研習活動得以完成，有賴以下人士提供協助：

1. 黃梓冲老師
2. 黃樂鈴老師
3. 各評鑑的建議

小貼士



選材作探究認真。同學們探究壓電效應應用的設計亦十分周詳。利用實物把設計的概念和原理清楚展現，令人印象深刻。假如同學能夠在報告中，將現時利用壓力效應作發電的應用，作出比較，可令研究更具說服力。

食得環保



學校：東華三院鄧肇堅小學

組員：林明耀同學、許筠羚同學、蔡鐘靈同學、李瀚文同學、曾宇婷同學

教師：李麗冰老師、羅文思老師、關桂容老師

意念

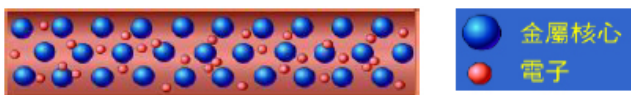
「食得環保」由「衣、食、住、行」中的「食」做起。現時飛機餐包裝部份為一次性塑膠膠袋，因此希望設計出一套更環保的飛機餐餐盒和餐具，減少製造空中固體廢物。

「物盡其用、廢物利用、循環再用」(3R)為我們餐盒設計的重點。因此我們以再造紙(循環再用)及竹葉(物盡其用)設計環保餐盒。而採用竹葉的想法是源於中國傳統特色小食——粽子取靈感。

科學原理

傳熱性

傳熱性和物質的原子密度有關。固體傳熱，是靠固體中原子和電子碰撞來擴散熱量，而金屬原子之間的結合較緊密，排列亦是有規則的晶格排列，因此傳熱性較高。但金屬較重，會加重飛機燃料用量。我們測試的三個餐盒(竹葉、再造紙及膠)物質也不是良好的導熱體，錫紙是屬於壓平了的金屬鋁，所以我們只能靠錫紙蓋傳熱。



分解性

泥土含有大量微生物及細菌，而這些微生物會分泌出分解酵素，引發酵素活動。因此我們選擇了土壤作分解的材料。酵素可分解物料成水溶性生成物。竹葉為天然物質，可分解為糖分。分解生成物會使微生物體當作能量取得的原料而被代謝。

材料

我們以塑膠、再造紙和竹葉來設計環保餐盒。由於現時飛機餐的塑膠餐盒較重，所以我們採用較輕的塑膠取代現時飛機餐較重的塑膠物料。由於再造紙是循環再造的，而竹葉是可再生資源，而且切除竹葉不會影響竹子的生長，加上兩者都是可分解的物料，所以兩者能符合環保的原則，因此我們採用再造紙和竹葉來設計環保餐盒。

再造紙	竹葉	塑膠

設計

製作竹葉餐盒的步驟

1. 把兩片竹葉捲在一起
2. 把捲起的竹葉的連接口弄在一起，成為長方形
3. 如是者，做了四個長方形
4. 把四個長方形疊在一起，鋪上竹葉
5. 完成竹葉餐盒



竹葉餐盒



竹葉餐具

過程

分別進行了五個測試去測試塑膠、再造紙和竹葉餐盒的分解性、重量、堅固性、耐熱性和傳熱性。

測試一：分解性




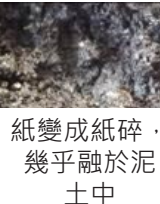

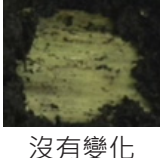




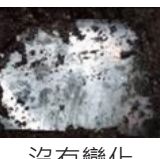

測試材料

1. 磅
2. 泥土
3. 三個體積相同的器皿
4. 三片大小相同的測試物料

測試方法

把測試物料放進裝着相同份量泥土的器皿中，觀察測試物料的外表變化。

測試結果

25/4測試前的測試物料	29/4測試中的測試物料	6/5測試中的測試物料	11/5測試中的測試物料
再造紙 	 沒有變化	 部分紙消失了	 紙變成紙碎，幾乎融於泥土中
竹葉 	 沒有變化	 顏色變淺綠了	 顏色變黃了
塑膠 	 沒有變化	 沒有變化	 沒有變化

小結

由此可見，再造紙的分解速度最快，塑膠最慢。

測試二：重量

測試材料

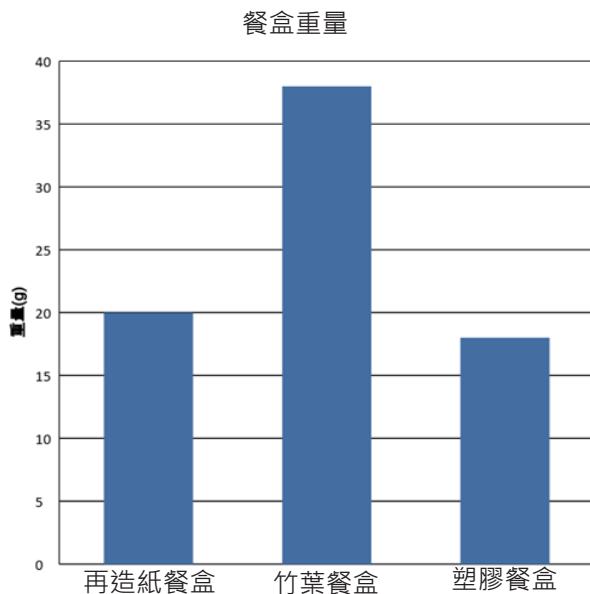
- 磅
- 三個體積相同的測試餐盒



測試方法

把測試餐盒放在磅上，量度餐盒的重量。

測試結果



小結

由此可見，塑膠餐盒最輕，竹葉餐盒最重。

測試三：堅固性

測試材料

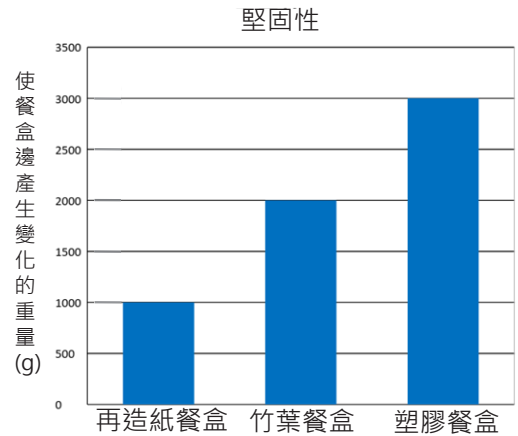
- 磅
- 三個體積相同的測試餐盒
- 重量相同的書本，1本為200g

測試方法

每次把5本重量相同的書本（1000g）慢慢地放在測試餐盒上，觀察測試餐盒的外表變化。



測試結果



小結

由此可見，塑膠餐盒最堅固，再造紙餐盒最脆弱。

測試四：耐熱性

測試材料








- 計時器
- 三個體積相同的測試餐盒
- 焗爐



測試方法

把測試不同的餐盒放進焗爐中加熱，觀察在相同時間（5分鐘）和相同溫度（250度）的情況下，觀察各個餐盒的外表變化。

測試結果

測試前的測試餐盒	測試後的測試餐盒
再造紙餐盒 	5分鐘後變了焦黃色 
竹葉餐盒 	5分鐘後表面沒有變化，但四邊變焦了 
塑膠餐盒 	在4分15秒已融化成一片透明的液體  冷卻後變成一片白色的硬塊 

小結

由此可見，竹葉餐盒的耐熱性最佳，再造紙餐盒較差。由於塑料餐盒塑膠餐盒在4分15秒已熔化成一片透明的液體，因此無法測試。

測試五：傳熱性

測試材料 (物品、大小)

1. 三個體積相同的測試餐盒
2. 計時器
3. 磅
4. 焗爐
5. 米飯
6. 食物溫度計

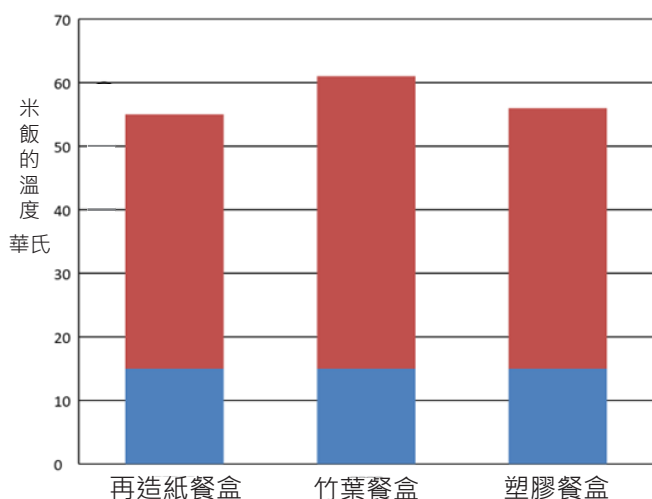


測試方法

量度米飯和焗爐的溫度，然後把100g重的米飯放進測試餐盒中，再把測試餐盒蓋上錫紙放進焗爐中以250度加熱5分鐘，最後以食物溫度計量度米飯加熱後的溫度。

測試結果

傳熱性實驗



小結

由此可見，竹葉餐盒的傳熱性最佳，再造紙餐盒最弱。

測試總結

根據測試的結果，各餐盒的表現如下，1為最佳，2次之，3最弱。

測試餐盒	分解性	重量	堅固性	耐熱性	傳熱性
再造紙 	1	2	3	2	3
竹葉 	2	3	2	1*	1*
塑膠 	3	1*	1*	/	2

由此可見，竹葉和塑膠餐盒的表現較佳，因為竹葉餐盒在「耐熱性和傳熱性」的測試中取得第一名，而塑膠餐盒在「重量和堅固性」的測試中取得第一名，可是再造紙餐盒只在「分解性」的測試中取得第一名。加上，竹葉餐盒在「分解性和堅固性」的測試中取得兩個第二名，而塑膠餐盒只在「傳熱性」的測試中取得一個第二名，所以竹葉餐盒比塑膠餐盒的表現更佳。因此，雖然竹葉餐盒較重，但是它的耐熱性和傳熱性卻最佳，而且分解性和堅固性也不錯，所以我們推薦使用竹葉餐盒。



應用及優點

竹葉飯盒可代替現時已塑膠為主的飛機餐餐盒。即使竹葉餐盒不及塑膠餐盒輕，但其傳熱性、分解性、耐熱性及堅固性亦不遜色。

竹葉既實用，又可令內餡有獨特的清香。竹葉為草類植物，四季長青，並容易種植，切除竹葉亦不會影響竹子生長，因此竹葉被介定為可再生資源。

另外，雖然我們設計的竹葉飯盒為一次性餐盒，但是竹葉是種可完全解的物料，其分解性亦絕對合乎「食得環保」的要求，有助減少現固體廢物量。

困難及改良方法

由原材料到盒子：是次研究除了塑膠盒為現成品外，竹葉餐盒及再造紙餐盒亦是我組設計創作的。竹葉及再造紙為較軟物料，因此要把是次測試亦花了不少時間讓竹葉及再造紙定形為餐盒形狀。

原材料存在變數(variation)：由於每片竹葉大小不一，每個竹葉餐盒亦會有差異，存在變數。故我們在製造餐盒前要先取用大小約相同的竹葉，再進行測試，能夠提高測試公平性。

然以粽子取靈感，但一般粽子以蒸為主，而飛機餐則以焗爐翻熱，因此竹葉的水分容易被抽乾，竹葉變得脆弱。故我們意識到，在焗爐翻熱竹餐盒時先灑上水，以保持水分。

總結

是次測試以3R為原則，我們以竹葉及再造紙與塑膠餐盒成品比較。發現竹葉符合「食得環保」的原則，包括可完全分解和物料為可再生天然植物。反觀現時設計的小吃包裝，大量為不可分解的一次性包裝，竹葉較為優勝。

感想

這次的「【常識百搭】-食得環保」令我們感受良多。從這次活動中，我們學會如何選擇最適合的餐盒。膠餐盒、紙餐盒和竹葉餐盒各有優點和缺點，綜合各測試結果後，我們發現竹葉餐盒是它們中最好的，也是最環保的。令我們最難忘的是竹葉餐盒的製過程，因為竹葉較軟，花費較多時間製作。幸好，經過老師們的指導和我們的努力後，終於製作出竹葉餐盒。而它在耐熱性、傳熱性、分解性和堅固性不錯，也是最符合「食得環保」的主題。透過這個活動，我們也學會了很多關於環保的知識。原來不顯眼的竹葉也可以綠化我們的地球！我希望未來的社會多以竹葉來製作餐盒和餐具，減少使用塑膠餐盒，從而減少對地球的破壞。

參加活動後，我們的團隊從構思到測試中學會了不同科學原理。起初，有些隊員並不了解甚麼是「測試」，但經歷了試驗的失敗和成功後，最終明白到我們探究的意義。在測試期間，我們一起進行了很多試驗，為求尋找答案，而這些試驗都十分有趣！我們的團隊從一開始做測試已經相當興奮，雖然測試的過程中遇到不少的困難，但我們都能堅持和努力不懈地完成，最終亦能解決問題。

另外，是次探究亦讓我們學會協作的的能力。因為我們各人都盡力做好自己的崗位，探究才能得以完成。希望下次再能參加這類活動，繼續努力，發揮團隊合作的精神。

參考資料

EcoDesignz (2006). Why Bamboo? Retrieved on April 3, 2016, from <http://www.ecodesignz.com/whybamboo.html>

香港教育城(2009):金屬導熱性，瀏覽日期:28-3-2016，http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/animations/heat_con/tc_heat_con.html

楊秋忠 (不詳): 土壤微生物世界，瀏覽日期: 20-04-2016，[http://140.120.200.173/soil62/%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E5%BE%AE%E7%94%9F%E7%89%A9%E4%B8%96%E7%95%8C\(%E7%B6%B2%E7%89%88\).pdf](http://140.120.200.173/soil62/%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E5%BE%AE%E7%94%9F%E7%89%A9%E4%B8%96%E7%95%8C(%E7%B6%B2%E7%89%88).pdf)



解放雙耳 舒適飛行



學校：中山市石岐中心小學

組員：高旖旋同學、吳岱昕同學、盧芊羽同學、譚茜文同學、胡逸舟同學、潘志文同學

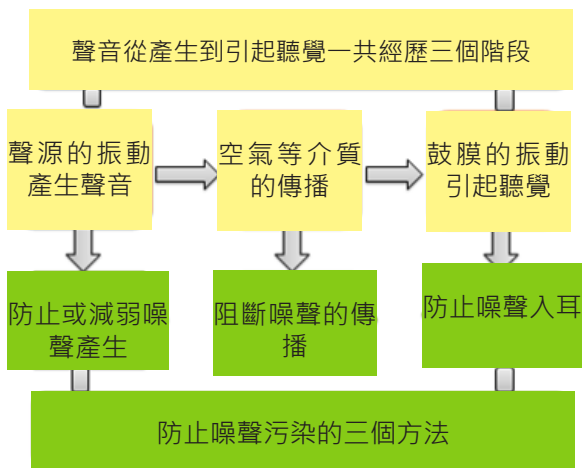
教師：王東老師、羅柳兒老師、陳曉藝老師

意念

隨著社會的發展，飛機已經成為人們日常生活中非常重要的交通工具，但是人們在享受飛機便捷高效的同時也飽受飛機雜訊的困擾，嚴重影響人們乘坐飛機的舒適度。針對這一問題，我們測試探究小組的同學決定尋找降低機艙內雜訊的方法，通過查找資料，我們發現雜訊主要是由發動機、主機、發電機、動力泵等部分產生，但是對於還是小學生的我們來說，通過改變這些部分來降低雜訊確實有一定的難度。於是我們改變思路，嘗試從減低飛機艙內雜訊傳播着手，以達到解放乘客雙耳，增加飛行舒適度。

科學原理

1. 雜訊是由於發音體不規則振動產生的。
2. 聲音從產生到刺激聽覺共分為三個階段：聲源的振動產生聲音；空氣等介質的傳播；及振動鼓膜。因此控制雜訊可從三個方面著手：一是在聲源處減弱雜訊；二是在傳播過程中減弱雜訊；三是在人耳朵處減弱雜訊。便會有感應電流流過。以下是喇叭的構造：



3. 要降低雜訊，可以採用吸音或者隔音的方法。隔音是指將隔音材料擋在雜訊的周圍。聲音以聲波的形式傳播，傳播過程中會引起空氣粒子振動，使其攜帶聲音的能量，當振動的空氣粒子遇到隔音材料時，隔音材料能夠有效地降低空氣粒子的振動，消耗其能量，從而達到減弱雜訊的目的；聲音在遇到障礙物時會反射，當聲音遇到吸音材料時，吸音材料也會減弱聲音遇障礙物時所反射的能量，從而減少雜訊的污染。

目的

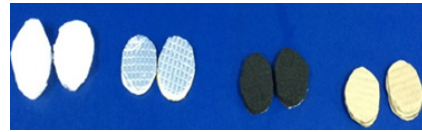
1. 探究溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板等材料的隔音效果；
2. 探究溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板等材料的吸音效果；
3. 探究不同結構的吸音機艙壁的吸音效果。

探究過程

測試一：測試溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板等材料的隔音效果

材料

溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板、MGA採集器、聲音感測器、人頭模型、原始耳塞、雜訊聲源（手機）、固定平臺。



製作不同材料的隔音耳塞



連接設備



安裝隔音材料耳塞



測試不同材料的耳塞的隔音效果



記錄測試資料

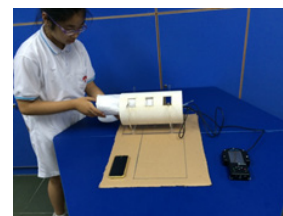
1. 製作不同隔音材料的隔音耳塞：將各種材質的隔音材料用剪刀剪成相同的形狀和大小。
2. 連接設備：固定好人頭模型，設定好聲音採集器及雜訊聲源的相對位置；將聲音感測器連接在MGA採集器上；將原始耳塞的音訊輸出介面連接在手機上。
3. 安裝隔音材料，並進行測試：將各種材料分別安裝在原始耳塞上，播放雜訊，測量聲音採集器採集到的雜訊音量大小。
4. 記錄測試資料。

表一：探究溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板等材料的隔音效果

雜訊音量 (dB)	空白對照	溫莎棉 隔音耳塞	鋁箔棉 隔音耳塞	橡塑發泡棉 隔音耳塞	硬紙板 隔音耳塞
第一次	66.06	56.79	53.84	52.36	52.36
第二次	66.96	56.91	53.84	52.84	52.42
第三次	65.98	56.88	53.92	52.54	52.35
平均	66.33	56.86	53.87	52.58	52.47



連接設備



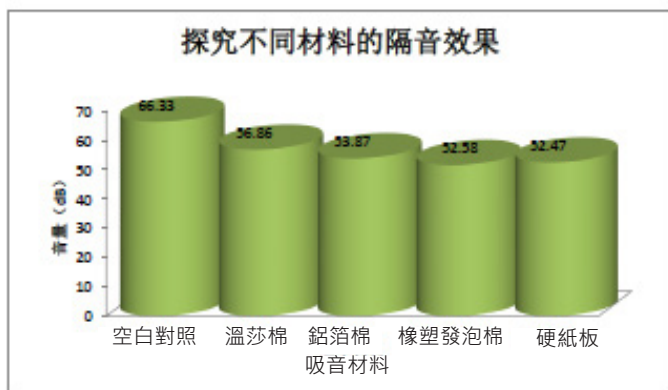
安裝吸音機艙壁



測試各個材料的吸音效果



記錄測試資料



測試結論

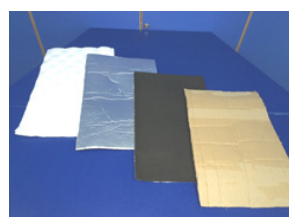
四種材料的厚度均為7mm，由表一和對應的柱狀圖可以看出，四種隔音材料都能在一定程度上起到阻隔雜訊的效果，其中隔音效果最好的是硬紙板，其次是橡塑發泡棉，緊接著的是鋁箔棉，隔音效果最差的是溫莎棉。隔音材料減弱雜訊的能力取決於能否有效降低空氣粒子的振動，消耗其能量。通過觀察，在所有的材料中，硬紙板的質地最硬，並且內部有波浪形的凹凸結構，聲音穿越硬紙板時，波浪形結構能有效減弱空氣分子的振動，從而減弱雜訊；而橡塑發泡棉的結構很緻密，也能在一定程度上減弱空氣分子的振動；而鋁箔棉、溫莎棉的質地較疏鬆，輕柔，降低空氣分子振動的能力相對較弱，隔音效果較差。

測試二：探究溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板等材料的吸音效果

材料

溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板、MGA採集器、聲音感測器、機艙模型、雜訊聲源（手機）、固定平臺。

步驟



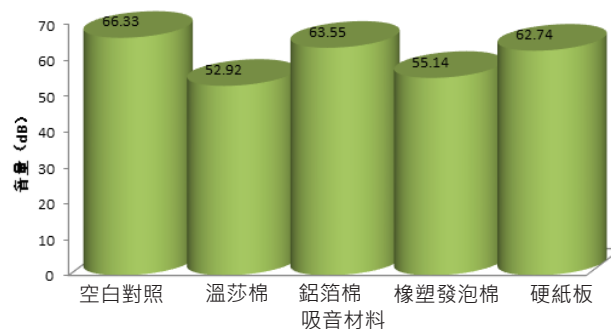
製作不同材料的吸音機艙內壁 四種不同材料的吸音機艙內壁

1. 製作由不同材料做成的機艙內壁：將各種材質的吸音材料用剪刀剪成相同的形狀和大小並製作機艙內壁形狀。
2. 連接設備：設定聲音採集器及雜訊聲源的相對位置；將聲音感測器連接在MGA採集器上。
3. 安裝吸音機艙壁，並進行測試：分別把材料A吸音機艙壁，材料B吸音機艙壁，材料C吸音機艙壁，材料d吸音機艙壁分別安放在飛機機艙模型內，並播放雜訊，測量聲音採集器採集到的雜訊音量。
4. 記錄測試資料。

表二：探究溫莎棉、鋁箔棉、橡塑發泡棉、硬紙板等材料的吸音效果

雜訊音量 (dB)	空白對照	溫莎棉 吸音內壁	鋁箔棉 吸音內壁	橡塑發泡棉 吸音內壁	硬紙板 吸音內壁
第一次	66.06	52.95	62.87	54.80	64.5
第二次	66.96	52.89	63.62	55.32	63.21
第三次	65.98	52.91	64.17	55.32	60.51
平均	66.33	52.92	63.55	55.14	62.74

探究不同材料的吸音效果



測試結論

由表二和對應的柱狀圖可以看出，四種不同的吸音材料，溫莎棉的吸音效果最好，緊接著是橡塑發泡棉，然後是硬紙板，吸音效果最差的是鋁箔棉。

吸音材料能減弱聲音的反射，從而減弱雜訊。我們發現溫莎棉減弱聲音反射的能力最強，這可能與其蓬鬆的纖維有關，聲音進入模型後反射時會不斷碰撞蓬鬆的纖維，使得聲音的能量逐漸減弱，於是雜訊減少；而橡塑發泡棉的質地也較為鬆軟，也能較好的減弱聲音的反射；硬紙板內部的波浪形結構也能在一定程度上阻止雜訊的反射；而鋁箔棉的表面十分光滑，聲音遇到其光滑表面時會繼續反射，因此其吸音效果較差。

測試三：探究不同結構的吸音機艙壁的吸音效果

材料

廢棄報紙、水、手套、盆子、培養皿、電子秤、MGA採集器、聲音感測器、雜訊聲源（手機）、固定平臺。



製作報紙漿液



製作不同結構吸音壁的結構單體



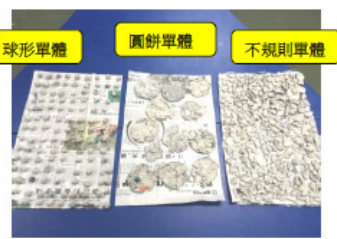
三種不同結構的吸音壁單體



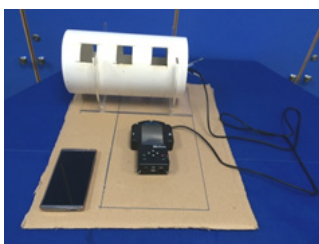
每種單體稱取90克



製作不同結構的吸音機艙壁



三種結構不同的吸音機艙壁

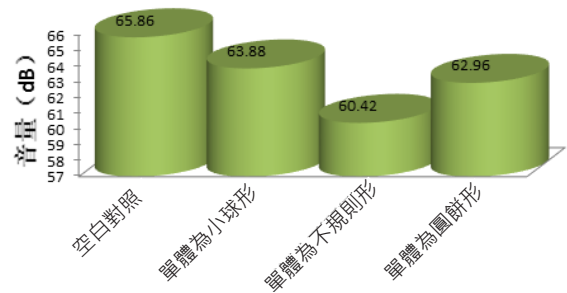


連接設備



安裝吸音機艙壁並進行測試

探究不同結構的吸音機艙壁的吸音效果



不同結構的吸音機艙壁

測試結論

通過測試我們發現，用同等重量（90g）但不同結構所製作的吸音機艙壁，其吸音效果均不相同。在三種不同的結構中，不規則形狀單體做成的吸音壁吸音效果最好，緊接著是用圓餅狀單體做成的吸音壁，吸音效果最差的是用小球單體做成的吸音壁。在測試過程中我們發現，90g的不規則形單體能鋪滿報紙，而採用相同品質圓餅形單體時，載體報紙上有一定的空隙，用小球時空隙更大，而且小球與報紙載體的接觸面最小，當聲音遇到吸音壁時，不規則單體之間空隙較小，聲音在反射的過程中不斷碰撞到不規則單體從而被減弱；隨著空隙的增大，聲音反射的減弱能力會下降，因此，不規則形單體做成的吸音壁減弱雜訊的能力最強，而用小球形單體做成的吸音壁的效果最弱。

總結

1. 四種材料的隔音效果：硬紙板 > 橡塑發泡棉 > 鋁箔棉 > 溫莎棉；
2. 四種材料的吸音效果：溫莎棉 > 橡塑發泡棉 > 硬紙板 > 鋁箔棉；
3. 三種結構的吸音效果：不規則單體吸音壁 > 圓餅形單體吸音壁 > 小球形單體吸音壁

困難

在本次試驗中，我們發現硬紙板的隔音效果最好，溫莎棉的吸音效果最好，不規則單體製作成的吸音壁的吸音效果最好。隨後，我們想嘗試將吸音和隔音效果最好的材料與吸音效果最好的結構進行整合，做成隔音或者吸音效果更好的材料來減弱雜訊。

但是，在測試中我們也發現，雖然我們選取的材料均是市場上標榜為具有隔音或吸音效果的材料，但是減弱雜訊的效果並不明顯。接下來我們想更進一步驗證市場上的吸音或者隔音材料的效果。

感想

高旖旋同學

能夠參與這個測試，我感到無比的高興和自豪。通過這次機會，我體驗到了克服困難的喜悅、毫無頭緒後思維碰撞時的興奮，更感受到了科學探究的樂趣。回想起這個過程，我和老師、小夥伴一起突破難關、解決問題，從一開始的毫無頭緒，到如今有了準確的測試結論和清晰的測試報告，我一起想起就會感到一種無可取捨的幸福與激動。這段有哭有笑的日子，這個不斷歷練的過程，測試中的每一個啟示都使我終身難忘。希望以後我還能參加這種有意義的活動。

吳岱昕同學

偶然的一次機會，我加入了學校的一個科學探究專案。通過這次專案，我學到了很多。最開始的時候，我們一直在設計測試。我們先從耳朵研究，經過很多次改動，最終確定了人頭模型測試。除了人頭模型測試外，還設計了模擬機艙的測試。設計的時候，我們花了很多時間，還幹了很多看起來“沒用”的事情，而且我覺得沒什麼規律與程序，在設計測試時，常常忘記為什麼要設計這個測試。後來我知道，如果不做“沒用”的事，又怎麼會知道這件事是“沒用”，從而去找到正確的方法呢？做測試本來就是要改進的，絕對沒有一帆風順的測試。在測試中遇到過困難，但我們知道，絕對不能因為有困難而放棄，要想辦法去解決。在參加這個科學探究的時候，我也培養了更嚴謹更細緻的思想。雖然每天要用午睡的時間來做測試，但我樂在其中！

參考資料

百度百科(2016)：雜訊監測原理及方法，http://wenku.baidu.com/link?url=C8rZ6hZrEMQwrOXT8nFyjw7jda_TMkP06pBwBPnytvK4QEHnNQRDmKYfJsCvfpHvBZkHBvcMAfryuVNHrdVzfyPvScJgZE4UdtnPE19u。

百度文庫(2016)：隔音吸音原理，http://wenku.baidu.com/link?url=wbBlgWXLggYVR4K3_csJ5pc-_2Ed0CYfptxH8yoPLoiqAlxDvLf5c2D9grjZTqrsbxzsgOiT9fCuYV8o4igJlSuG-vJSIFD0vcsbXoKBOi。

郭紅、桑謙(2006)：《鋁合金窗和塑膠窗節能性能的比較及設計選用的基本原則》頁 22(2):85 ~ 87。

秦佑國(2002)：《飛機內的聲環境》，頁 49(5):51 ~ 53。

國家環境保護局(1994)：《城市區域環境雜訊標準》。北京:中國標準出版社。

中華人民共和國建設部(2005)：《民用建築設計通則》，北京:中國建築工業出版社。

鳴謝

感謝羅柳兒老師，陳曉藝老師的悉心指導，感謝蘇文輝老師，熊維聰老師，王東老師提供的寶貴意見。

小貼士

探究問題切合實際需要，探究設計有系統，且題材具創意。欣賞同學們懂得利用資訊科技提升準確性，使測試結果更有說服力。表示數時若能以百分比展示結果將更有助比較。



綠綠無窮 衝天飛



學校：東華三院洗次雲小學

組員：徐嘉寶同學、曾慶一同學、張嘉豪同學、陳俊輝同、黃智軒同學、徐子浩同學

教師：劉秀煥老師、杜欣婷老師

引言

當我們參加一個飛機設計的工作坊後，發現飛機的重量都影響著飛行效能。因此，我們決定以不同的環保物料製作模型飛機，為它進行測試，找出影響飛機飛行的原因；並透過各項測試，認識何謂公平測試。

科學原理

飛機能飛上天，主要是透過四種力量：引擎的推力、空氣的阻力、飛機自身的重力和空氣的升力。當推力大於阻力和升力大於重力時，飛機就能起飛。要提高飛行效能，飛機的設計就要減少不必要的阻力。基於此原理，飛機的設計可以根據製作物料的重量，而有不同的飛行效果。經過初步的人手測試，我們了解到公平測試的重要性。有見及此，我們在測試中都加入了公平測試元素，令測試的數據更可靠。

推力一致

發射飛機的方法必須一致，做成一樣的推力。有見及此，我們製作了進行公平測試的工具——飛機發射器，以代替引擎的推力。

紙飛機的摺法

所有模型飛機也會統一摺成三角翼飛機，而且物料都裁剪成20X26CM。

量度方法及位置

我們運用了卷尺、量角器和計時器來量度各項數據，距離是以定點量度至模型飛機飛到最遠的位置，並以有色膠紙標記發射器位置及桌子位置，以盡量確保每個測試在同一位置進行發射。

探究過程

為了提高飛行效能，我們作出以下估計：

1. 是不是機身越輕，模型飛機飛得越遠？滯空時間越短？
2. 是不是發射模型飛機角度越傾斜，模型飛機便飛得越遠？
3. 是不是模型飛機的機身翼面面積越大，飛得越遠？

經過資料搜集，我們的探究主要分為四部分。

測試大綱

測試一

比較不同的模型飛機發射器，選取合適的公平測試工具。

測試二

改變製作模型飛機的物料，比較其飛行效能、距離和滯空時間，找出兩種適合製作模型飛機的飛行物料。

測試三

探討改變發射模型飛機的角度，比較其飛行距離。

測試四

探討改變模型飛機的機首大小角度，使機翼面積大小改變時，比較其飛行距離。

測試一：比較不同的飛機發射器效能

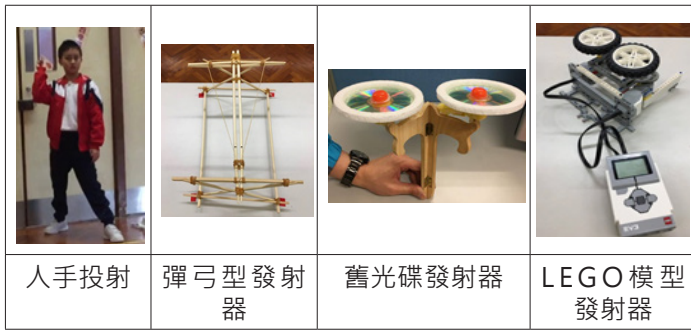
目標：找出不同的模型飛機發射器對飛行距離和穩定性的影響。

測試方法

方法是以不同的發射方法進行發射模型飛機，然後每次量度飛行距離、模型飛機滯空時間和方向。每枚模型飛機進行三次飛行，取三次數據的平均值，以減低不可控制之誤差，如飛機損毀。以下為我們進行測試的發射方法。

1. 人手投射：以手持飛機的下方，向前投射。
2. 彈弓型發射器：使用竹筷和橡皮筋所製作的彈弓型發射器。
3. 舊光碟發射器：使用舊光碟和小型風扇製作的發射器。
4. LEGO模型發射器：使用LEGO EV3機械人製作的發射器。

各個飛機發射器的圖片



測試材料

- 3款發射器
- 4枚相同的飛機
- 卷尺
- 量角器
- 計時器
- 桌子
- 有色膠紙和膠紙
- 飛機製作物料：環保A4紙(每枚飛機5g)



測試一結果

表一、用不同發射方法時模型飛機的飛行距離

發射方法		人手 投射	彈弓型 發射器	舊光碟 發射器	LEGO 模型發 射器
飛行 距離 (厘米)	第一次	488	331	181	209
	第二次	417	341	179	214
	第三次	321	364	228	314
平均		409	345	196	246

表二、用不同發射方法時飛機的滯空時間

發射方法		人手 投射	彈弓型 發射器	舊光碟 發射器	LEGO 模型發 射器
滯空 時間 (秒)	第一次	1.2秒	0.28秒	0.4秒	0.16秒
	第二次	0.39秒	0.33秒	0.26秒	0.19秒
	第三次	0.25秒	0.55秒	0.28秒	0.25秒
平均		0.61秒	0.39秒	0.31秒	0.2秒

表三、用不同發射方法時飛機的飛行方向

發射方法		人手 投射	彈弓型 發射器	舊光碟 發射器	LEGO 模型發 射器
飛行 方向 (角度)	第一次	偏左 5度	偏右 4度	偏右 9度	偏右 6度
	第二次	偏左 10度	偏左 5度	偏左 3度	正中間
	第三次	偏右 1度	正中間	偏右 3度	偏右 7度
平均		0.61秒	0.39秒	0.31秒	0.2秒

發現及討論

經過測試後，我們討論出各項發射方法的優、缺點。

發射方法	優點	缺點
人手投射	人手投擲時，身的力度比使用發射器的力量大，所以可以飛得最遠。	無法量度及準確固定每次發射的力度、方向和高低角度。
彈弓型發射器	發射器有軌道，所以能固定飛行方向，容易固定每次飛機發射的力量的高低角度。除人手投射外，它的飛行距離最長，平均約3.5米。	每次測試皆需要調整橡皮筋兩端。
舊光碟發射器	可調整光碟之間的距離，以配合不同的模型飛機。	由於光碟距離可調整，人手較難控制，亦難以固定飛行方向。飛行距離平均最短。
LEGO模型發射器	可固定每次飛機發射方向及力量。	飛行距離較短，平均約2.5米。

小結

依照測試結果，由於彈弓型發射器進行的測試的飛行距離較長，亦較容易固定每次飛機發射的力量、方向和角度，顯示它的穩定性較佳。我們決定使用彈弓型發射器作為之後測試的發射器。

測試二：找出不同的物料對飛行距離、穩定性及滯空時間的影響

在找出製作模型飛機的環保物料時，我們發現廢紙是最簡單、方便、環保又容易找到的材料。因此，我們選取了不同重量的廢紙進行測試。

測試方法

以不同的物料製作模型飛機，每次量度飛行距離、滯空時間和方向。每種不同的環保物料製作2枚模型飛機，每枚模型飛機進行三次飛行，再取三次測試結果的平均值，以減低誤差。由於材料不同，為達致測驗公平，所有模型飛機的大小都裁剪成20x26cm，採用相同摺法和使模型飛機面積相若。

測試材料

彈弓型發射器、每種環保物料有2枚模型飛機(共10枚模型飛機)、卷尺、量角器、計時器、桌子、有色膠紙和膠紙。

各種製作物料：

報紙(2g) < 雜誌紙A(3g) < A4紙(4g) < 雜誌紙B(5g) < 海報紙(8g)



測試二結果

表四：不同物料飛機之飛行距離

物料(重量)		報紙(2g)		雜誌紙A(3g)		A4紙(4g)		雜誌紙B(5g)		海報紙(8g)	
飛機		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
飛行距離	第1次	E	E	E	E	623	684	618	585	578	371
	第2次	42	E	E	E	608	697	590	593	252	276
	第3次	532	E	E	E	473	739	686	651	329	284
平均		287	-	-	-	568	707	631	609	386	310
總平均		-	-	-	-	638	620	620	620	348	348

表五：不同物料飛機之滯空時間

物料(重量)		報紙(2g)		雜誌紙A(3g)		A4紙(4g)		雜誌紙B(5g)		海報紙(8g)	
飛機		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
滯空時間	第1次	E	E	E	E	0.24	1.22	1.08	1.07	1.05	0.23
	第2次	0.26	E	E	E	0.6	1.36	1.28	1.19	0.69	0.63
	第3次	1.19	E	E	E	0.21	1.26	0.9	0.56	0.53	0.53
平均		0.73	-	-	-	0.35	1.28	1.09	0.35	0.76	0.46
總平均		-	-	-	-	1.63	2.03	2.03	2.03	1.22	1.22

表六：不同物料飛機之飛行距離

物料(重量)		報紙(2g)		雜誌紙A(3g)		A4紙(4g)		雜誌紙B(5g)		海報紙(8g)	
飛機		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
飛行方向	第1次	E	E	E	E	偏左31度	偏右13度	偏左2度	正中	偏左5度	偏右1度
	第2次	偏左2度	E	E	E	偏左60度	偏左8度	偏右3度	偏右6度	偏左14度	正中
	第3次	正中	E	E	E	偏右2度	偏左16度	正中	偏右4度	偏左6度	正中

*E = 無法成功發射

發現及討論

在「飛行距離」方面，我們發現用A4紙、雜誌紙B及海報紙(8g)所製作出的紙飛機得出以下的結果：

A4紙(4g) > 雜誌紙B(5g) > 海報紙(8g)

- 紙的重量愈輕，飛行距離愈長。但報紙和雜誌紙A因物料太輕，它們都不夠堅固，而且發射器力度太大，導致模型飛機損毀，未能成功發射。
- 在飛行狀況方面，我們發現紙飛機的滯空時間大致是1-2秒。
- 雜誌紙B模型飛機的飛行方向大致正中，時以偏左或偏右少於10度。海報紙模型飛機的飛行方向稍微偏離直線軌道，出現偏左或偏右最多達至14度。A4紙模型飛機的飛行方向最為容易偏離直線軌道，偏左或偏右大於60度。由此可知，海報紙及雜誌紙B的模型飛機的飛行方向較為穩定。

小結

A4紙模型飛機雖然平均擁有最佳的飛行距離，但雜誌紙B模型飛機亦有相差不大的效果，而海報紙及雜誌紙B的模型飛機具有較穩定的飛行方向和滯空時間。因此，我們決定使用海報紙及雜誌紙B模型飛機進行接下來的測試。

測試三：找出發射模型飛機的角度與飛行距離的關係

測試方法

在第三個測試中，我們會透過墊高不同數目的發泡膠板，從而改變發射器的傾斜度。然後探討改變發射模型飛機的角度及比較其飛行距離。每種不同的環保物料製作7枚模型飛機，每次墊高一塊發泡膠板，都更換一枚模型飛機，每枚模型飛機進行三次飛行，取得三次數據的平均值，以減低不可控制的誤差。

測試材料

彈弓型發射器、7枚雜誌紙飛機(5g)、7枚海報紙飛機(8g)、卷尺、桌子、有色膠紙和膠紙。



測試三結果

表七：發射角度與飛行距離

物料(重量)		雜誌紙B飛機(5g)				海報紙飛機(8g)			
墊高發泡膠板數(塊)	射角(度)	飛行距離							
		第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
0塊	23	538	472	553	521	447	387	416	417
1塊	30	348	386	457	397	427	530	500	485
2塊	37	808	702	547	686	477	300	406	394
3塊	44	841	686	757	761	449	442	363	418
4塊	51	477	337	263	359	199	282	160	214
5塊	58	493	462	#	478	#	#	#	-
5塊*	65	418*	502*	428*	449*	274*	314*	250*	279*
6塊*	72	220*	270*	196*	229*	311*	433*	422*	389*

#當模型飛機向高飛時，會撞向風扇，影響測試的進行，不能量度測試結果。

*由跳舞室改在禮堂重做。

發現及討論

由上表可見，墊高第三塊發泡膠板時，雜誌紙B模型飛機的平均飛行距離是最遠的，可達七米多。而海報紙模型飛機墊高第0至3塊的發泡膠板時，飛行距離平均可達四米，而墊高第三塊發泡膠板時的射角為44度。按拋射運動理論，射角45度就可產生最遠的拋射距離，測試與理論值所說的45度很接近。

測試四：找出機翼面積與飛行距離的關係

測試方法

在第四個測試中，我們會透過改變機首大小的角度，使機翼面積大小改變，再比較其飛行距離。我們製作4枚模型飛機，每枚模型飛機都摺成具有不同大小面積的機翼。機首角度愈小，機翼便愈小。機首角度分成四種：10度、15度、20度和25度。每枚模型飛機進行三次飛行，取得三次數據的平均值，以減低誤差。

測試材料

彈弓型發射器、4枚雜誌紙飛機(5g)、卷尺、桌子、有色膠紙和膠紙。



測試結果

表八：發射角度與飛行距離

物料		雜誌紙 B 飛機			
重量		5g			
機翼面積	機首角度	飛行距離(厘米)			
		第一次	第二次	第三次	平均
101cm ²	10	273	106	123	167
156cm ²	15	220	103 偏左	203	175
213cm ²	20	258	232 偏右	208 偏左	233
275cm ²	25	353	363	531	416

發現及討論

比較不同機翼大小的模型飛機時，我們發現機翼面積愈大時，飛行距離的平均數愈高。由此可見，機翼愈大，飛行距離愈長，機翼愈小，飛行距離愈短。機翼愈大的模型紙飛機，因通過機翼下的空氣氣流較多，而產生較大的上升推力，飛行得愈遠。

用途/應用/優點

活動實際上操作簡單，但卻需要很多準備時間。透過這次探究，我們明白即使少許的變動都會影響飛行效能，足以影響測試結果。這個測試有助我們深入了解何謂公平測試。

困難/改良/建議

我們曾於網上參考世界第一紙飛機的摺法作為研究對象，但發覺難以改變各項因數，所以，我們最後決定統一摺三角翼飛機。由於摺疊方法簡單，可以避免不必要的誤差，使我們較容易控制模型紙飛機的各項變數。

建議選一個密閉的空間而且沒有任何障礙物的地方進行測試，而測試過程中須要留意空間(高度及闊度)是否足夠和室內的氣流等。

總結

1. 所選用的紙重量愈輕，飛行距離愈長。
2. 愈接近投射角45度，就能產生最遠的拋射距離。
3. 機翼愈大，飛行距離愈長。

感想

在活動中，我們經常各持己見，以致不斷發生爭執。但經過是次探究後，我們明白合作的重要性。合作就像興建一座建築物，如果其中一個支架做得不好，整幢大廈就會倒塌。我們必須虛心聆聽別人的意見，亦要學習冷靜分析，這樣才能解決問題。此外，這個探究，讓我們更深入地了解何謂公平測試，學會很多有關飛機的科學原理。

參考資料

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會作品說明書(2007)：《天鷹翱翔-紙飛機》，檢自<http://www.tyc.edu.tw/files/CD/science/47/AutoPlay/Docs/A1/A1002.pdf>

蕭舜鴻,吳冠賢,林坤霖(2007):《談紙神功-紙飛機的滑翔研究》,檢自<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/high/031616.pdf>

鳴謝

感謝佛教黃允啟中學安排飛行原理工作坊。

小貼士

欣賞同學們於測試設計中能考慮不同的變因，有系統地進行各項測試。建議同學們可進一步研究數據誤差對測試的影響。



飛機形狀與飛行的關係



學校：順德聯誼總會伍晃端小學

組員：黃志雄同學、丘靈羿同學、吳樂天同學、黎匡喻同學、黃景南同學、秦凱欣同學

教師：吳穎詩主任、葉愛恩老師

意念

飛機是目前最多人使用前往海外的交通工具，隨着對航運的需求不斷提升，不同種類的飛機隨之產生。不同種類的飛機，在機身、機翼、引擎均有不同的要求，而我們相信機翼的大小及形狀，對飛行的質量產生一定程度的影響。故此，我們希望透過探討不同形狀的機翼，是否對飛機的飛行效能、飛行距離、滯空時間造成影響。

科學原理

飛機能飛上天空，主要是靠引擎的推力、空氣的阻力、飛機自身的重力和空氣的升力四種力量交互作用而成。飛機的引擎產生的推力，能克服飛機升空及運行時產生的阻力。由於飛機本身有一定的重量，要克服飛機重力讓飛機向上升，須利用空氣流過機翼時產生的升力，當這升力大於阻力、升力大於重力的時候，飛機便能爬升起飛。

根據物理學的伯努利原理，飛機的機翼截面形成拱形，可有助氣壓將飛機支撐着，令飛機浮於空中，因此不同形狀的機翼會影響飛機飛行的效能，故我們設計了不同的機翼，以測試哪種形狀的機翼有較好的飛行效果。

由於現時有不同型號、不同種類的飛機，其機身及機翼的比例均不同，為減少探究時出現的變數，組員討論後決定根據波音747客機的大小，按比例製作模型飛機以進行測試。另為了不讓飛機的重量影響飛行的結果，我們盡可能在製作機翼時控制其重量。

材料

模型飛機：

發泡膠，紙皮，珍珠板，飛機木

發射台：

紙皮，橡皮圈，月餅盒塑膠倒鉤

設計



擺放機翼的位置

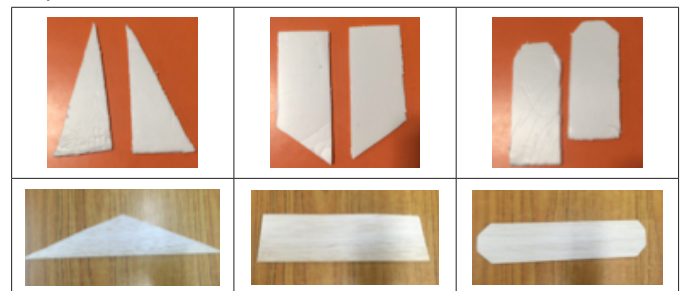
飛機扣橡皮圈以發射的位置

探究過程

為了讓組員在製作機模型時有所依循，我們在參考波音747客機的圖樣後，按着它的比例計算出飛機模型的大小，繪畫圖樣，然後各組員根據圖樣製作模型的部件。由於我們是希望測試不同的機翼對飛行效能的影響，如製作多個飛機模型，或許因製作時的差異，影響飛機模型的重量，從而影響測試的準確性。因此，我們製作了可更換機翼的模型飛機。在整個測試中，我們均使用相同的機身，只更換機翼以減少影響測試的變數。

至於機翼的形狀，我們參考了不同機種的機翼，組員討論後並在當中選出幾種常見的形狀。

最初我們利用珍珠板來製作機翼，機翼由兩塊相同大小的形狀組成（見下圖），並作出初步的測試。由於初次的測試目的只為了解飛機飛行的情況及模型在測試時有機會遇到的問題，故我們只以手擲的方式測試。測試後，我們發現機身兩旁機翼在飛行的過中很容易掉下來，或於着地時鬆脫，我們估計是由於機翼未能符合機身的緣故，因此在第一次測試後，我們作出相對的變更。為令機翼不會在測試的過程中掉落，我們把機由兩塊組件改為一塊（見下圖），變更後就再沒出現機在測試的過程中掉落情況。



在測試之前，我們已預計到利用手擲的方式測試是不太可行的，因為不同的人拋擲的角度及力度均不同，即使每次由同一位組員拋擲，也難以確保每次的力度與角度相同。因此我們討論後決定找尋與發射台相近原理的機械來代替手擲。最初我們想利用有微動開關的模型車，我們預計把模型飛機固定於車上，當模型車飛離跑道，微動開關便會令馬達停止轉動，令模型車停止運行，使模型飛機向前衝，滯空時間及飛行距離便全賴飛機本身。後來我們發現利用模型車可統一測試時的推力，然而，由於模型車本身重量比我們製作的飛機重，故當模型車離開跑道時，必定會把飛機往下拉，使飛機無法飛行，無法進行機翼的測試，因此我們最後決定自製發射台以進行測試。

測試過程

首先，把發射台固定於桌面上，藉以減少因人手發射而令發射的角度不同。然後，安排由同一位同學負責每次的發射，第二位組員負責調整發射的角度及位置，第三位組員負責觀察飛機的著陸點，並標示位置，第四位組員負責量度，最後由第五位組員記錄。

測試共有2輪，每款機翼每輪都試飛3次，然後以平均數比較每款機翼的飛行效能。經過兩輪測試後，發現部份機翼的測試結果有較大的差距，因此決定進行第三輪測試。以下為三輪測試的結果：

形狀 結果(cm)	第一輪測試			第二輪測試			第三輪測試			平均數
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
大梯形	78	72	72	100	127	110	147	151	121	108.7
小梯形	93	123	110	100	111	90	100	76	81	98.2
大三角形	99	82	103	116	87	134	87	141	151	111.1
小三角形	116	97	77	94	110	130	101	91	81	99.7
八邊形	106	102	94	113	89	91	141	138	121	110.6

經過三輪測試後，發現大三角形形狀的機翼發行的距離最遠，而且飛行相對較其他形狀穩定。

困難及改善方法

1. 在模型飛機初型完成並進行試飛的時候，發現模型飛機在飛行的過程中，經常出現整架飛機翻轉的情況，估計是因為機頭部位太輕的，導致容易翻轉。因此，在模型飛機加上紙皮，增加模型飛機的重量，令它在測試的過程中不容易出現翻轉的情況。
2. 由於最初設計飛機的時候，機翼是由兩塊相同大小組件組成，當進行飛行測試，機翼很容易便會鬆脫，因此，最終由兩塊組件，改為一塊機翼穿過機身，以確保模型飛機不會在降落時解體。
3. 在最初的模型飛機製作中，機翼是選用珍珠板製作的，但經多次的飛行測試後，發現機翼會出現屈曲，甚至折斷的情況，雖然最終可把折斷部份黏合起來，但有機會影響測試結果。經過組員間商討後，最後決定使用質地較硬的木來製作機翼。

總結

總括來說，在測試結果中，發現飛得最好的機翼是大三角形。認為是因為較大的機翼有助穩定機身，而較為流線形的形狀有助減低模型飛機飛行時遇上的阻力，因此出現較好的飛行效果。認為這次測試結果是大致準確的，因為使用了公平的測試手法。

感想

吳樂天同學

我在這一個「常識百搭」活動中獲益良多，學習了許多有關飛機的知識，明白了伯努利原理，在活動時遇上困境也令我學會了如何面對困難，最後我們明白了一定需要合作才能在這一個活動獲得出色的成績。

黎匡喻同學

我在製造飛機中學到了要團隊合作才能完成。同時，我學到許多關於飛機的科學原理：有飛機的升力、阻力、推力和重力。在製造過程當中，我們也遇到了幾樣困難，但我都能積極面對，渡過困難。我在「常識百搭」活動中學會很多東西。

黃志雄同學

在這次的探究過程中，我學會了很多關於飛機的知識，譬如飛機飛行的四種作用力、哪一種形狀的機翼有利於飛行等。我更學會遇到困難時該如何解決和面對寫報告時應有的態度與責任。

黃景南同學

經過這次探究後我學會了飛機起飛時有甚麼力量，例如升力、阻力、重力、推力。如果飛沒有任何一個力飛機就會掉下來了。這個知識令我知道怎樣造飛機。

丘靈羿同學

我覺得非常開心，因為我可以學多了許多有關飛機的知識，在探究過程中，我們試過失敗和成功，但我們都繼續下去，當中我學會了團隊精神，也令我可以珍惜每次活動的機會。

秦凱欣同學

這次活動使我認識飛機飛行時有甚麼科學原理。這次活動學到的東西很多，使我獲益良多。我感到十分滿足。

參考資料

教育城(年份不詳)：《飛行的原理》，http://www.hkedcity.net/iworld/feature/view.phtml?iworld_id=38&feature_id=1765，瀏覽日期：3-12-2015。

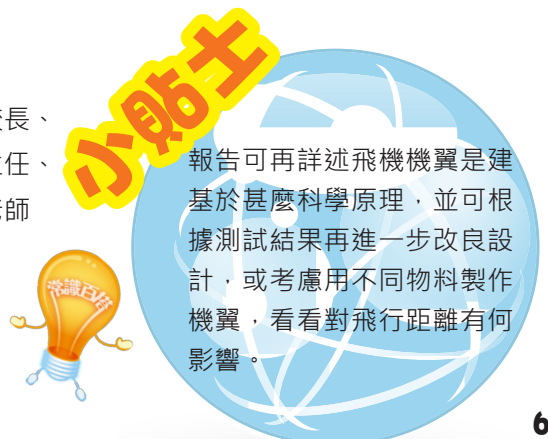
百度百科(2015)：《飛機材料》，<http://baike.baidu.com/view/1255287.htm>，瀏覽日期：3-12-2015。

科學大解碼(2012)：《57. 平穩的飛行原理》，<https://www.youtube.com/watch?v=B0Cfcj0AbQ>，瀏覽日期：3-12-2015。

Pinterest • The world' s catalog of ideas, Comparisons, Retrieved on December 3, 2015, from <https://www.pinterest.com/sx8z/comparisons/>

鳴謝

葉曼婷校長、
吳穎詩主任、
葉愛恩老師



報告可再詳述飛機機翼是建基於甚麼科學原理，並可根據測試結果再進一步改良設計，或考慮用不同物料製作機翼，看看對飛行距離有何影響。

繽紛彩碟 環保旅程



學校：嘉諾撒聖方濟各學校

組員：許卓穎同學、莫漪媛同學、伍彥津同學、劉嫻伶同學、邱婧嵐同學

教師：劉俊謙老師、李珮筠老師



探究意念

乘搭飛機時，航空公司也為每一程的乘客準備飛機餐，長途航班更提供兩次或以上，但他們所使用的塑膠碗子或塑膠包裝有可能會被即時丟棄，並不環保。因此，我們打算利用可吃掉的食材(魚膠粉)製作碗碟，既能作器皿，又能吃掉它，一舉兩得。

科學原理

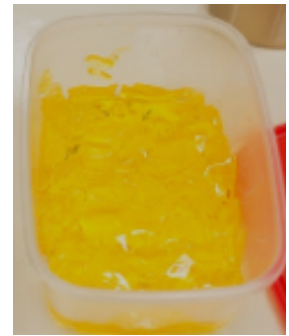
溶解是一種物理化學過程，當中包含物理的機械擴散和化學的溶劑化。當溶質均勻地分散到溶劑(水)時，它的分子克服晶體分子之間的作用力後，跟水分子發生水合作用，與水分子結合為一，但溶液保留部份溶質的化學特性。魚膠粉是親水性膠體，有遇熱溶解、冷卻凝固的特性。它與水混合後，按溶液不同的濃度，衍生出不同的固體特性。

測試前準備

把魚膠粉混合水製作不同成份比例(1:1到1:10)的魚膠磚，觀察、觸摸它們的硬度及質感。



經過初次接觸後，我們認為1:1到1:4的魚膠磚太硬，不適合食用，而且過濃的比例也使魚膠粉很難溶化，魚膠粉結成細小粒塊，製作時十分困難。



所以我們決定利用1:5到1:7的三款魚膠磚進行探究，測試它們的硬度及耐熱程度，再決定它們適合用作甚麼器皿。

測試

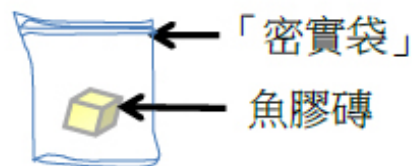
耐熱測試

測試材料

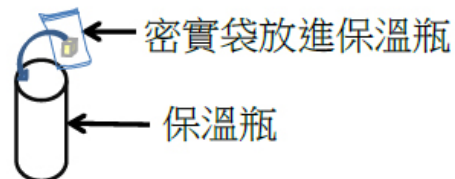
魚膠粉、水、密實袋、杯、筷子、保溫瓶、計時器、量筒、溫度計

測試設計及過程

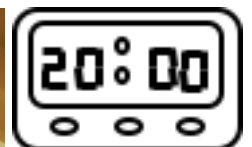
1. 測試前，量度固體魚膠磚的重量。
2. 把4粒魚膠磚分別放進4個密實袋密封，並用嘴吸走袋內的空氣，使之真空。



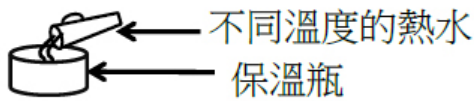
3. 把溫度為20度、40度、60度和80度的水分別倒進4個保溫瓶中。



4. 設定計時器限時為20分鐘。



5. 把4個密實袋放進分別放進不同溫度的保溫瓶中，並且蓋好並計時20分鐘。



6. 經過20分鐘後，把4個密實袋取出，並記錄剩餘的固體魚膠磚重量。



測試結果



濃度比例	水溫					
	40度			20度		
	重量(前)	重量(後)	相差	重量(前)	重量(後)	相差
1:3	22.71 g	0g	22.71 g	22.70 g	22.70 g	0g
1:4	19.98 g	0g	19.98 g	19.53 g	19.53 g	0g
1:5	19.85 g	0g	19.85 g	20.28 g	20.28 g	0g
1:6	27.62 g	0g	27.62 g	18.27 g	18.27 g	0g
1:7	14.27 g	0g	14.27 g	13.42 g	13.42 g	0g

測試結果分析及建議

從測試結果可得出，所有成份比例的魚膠磚(由1:3至1:7)均會在攝氏40度、60度和80度的水中全部溶解，它們並沒有在攝氏20度的水中溶解。因此，我們認為魚膠磚適用於盛載冷盤、甜品或水果，而不適合盛載高於攝氏40度的食品。

硬度負重測試

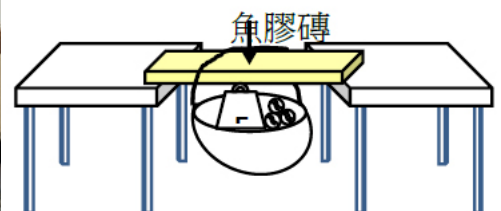
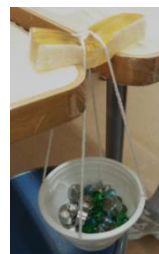
測試材料

魚膠磚、50g的砝碼、5g的波子、籃子、桌子

測試設計及過程

1. 在懸吊在魚膠磚的籃子中放上5g的波子，每3秒放一粒。

濃度比例	水溫					
	80度			60度		
	重量(前)	重量(後)	相差	重量(前)	重量(後)	相差
1:3	22.23 g	0g	22.23 g	21.77 g	0g	21.77 g
1:4	21.37 g	0g	21.37 g	18.12 g	0g	18.12 g
1:5	18.94 g	0g	18.94 g	19.78 g	0g	19.78 g
1:6	24.67 g	0g	24.67 g	26.69 g	0g	26.69 g
1:7	14.01 g	0g	14.01 g	14.47 g	0g	14.47 g



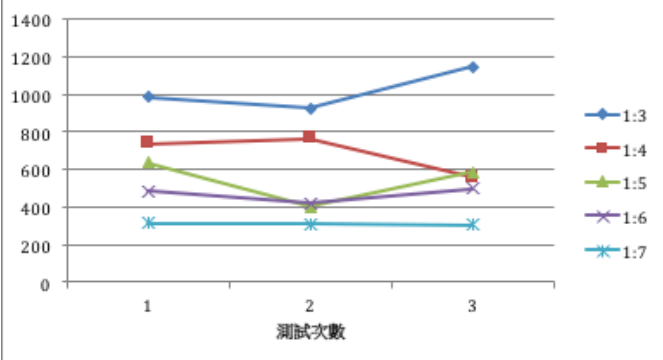
2. 繼續在籃子中放上5g的波子，直至籃子中有10粒波子，用50g的砝碼取代該10粒波子。然後，繼續放波子增加重量，如此類推，直到魚膠磚裂開，觀察及記錄測試結果。



測試結果

	可盛載重量			
	第一次	第二次	第三次	平均值
1:3	985g	925g	1145g	1018.3g
1:4	735g	765g	560g	681.7g
1:5	635g	400g	585g	540g
1:6	485g	420g	500g	468.3g
1:7	315g	310g	305g	310g

不同成份比例魚膠樽可盛載的重量(克)



從測試結果可得出，1:3比例的魚膠磚能承受最重的重量，而1:7比例的魚膠磚則只能承受約300克的重量。因此，我們認為魚膠磚適宜盛載較少份量或較輕的食品。

綜合應用

根據是次測試，我們認為用魚膠碗只能盛載冷盤、甜品或水果，因為魚膠碗不能承受40度以上的溫度。

我們認為魚膠碗可以盛載水果、雪糕等甜點，並且配搭適宜，能一併食用。

同時，按照測試顯示，魚膠碗只能承載冷盤；那些食物相對較輕，是魚膠碗硬度能承載的重量。然而，我們未有足夠資料判斷哪一種硬度的魚膠碗最適合航空公司使用。因此，我們舉行了一個試食會，希望找出最受旅客喜愛的口味及硬度作參考。

試食大會結果

味道選項	青檸味	黑加侖子味
人數(人)	37	28

硬度選項	1:5	1:6	1:7
	★★★★	★★★	★
人數(人)	25	14	26

試食大會結果分析及建議

根據試食大會的結果，我們發現受訪者最喜愛青檸味的魚膠碗。另外，在三款硬度的魚膠磚中，以1:7比例的魚膠磚最受歡迎。所以，我們建議航空公司可考慮以青檸味作為魚膠碗的其中一個口味選擇，同時亦建議以1:7的成份比例作為魚膠碗的硬度。

困難

我們在做測試時發現了不少問題，幸好我們都作了相應的解決方法，以下是最主要的兩個問題：

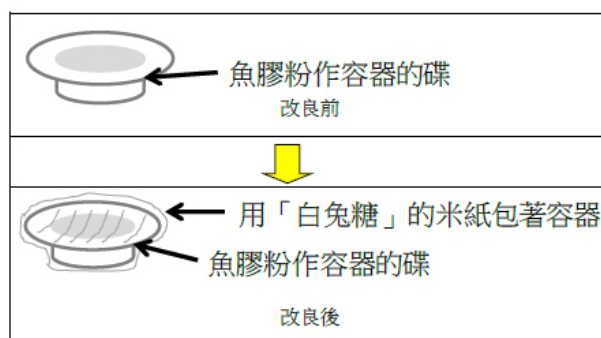
衛生問題

原因

在運送食品的途中，魚膠碗的表面會外露，而且也會用手來提餐，會十分容易接觸到細菌。

方法

一開始我們想過用膠手套來提食物，但即使戴上膠手套也未能百分之百地確保衛生，而且也不環保。所以我們採用「白兔糖」的米紙來包著魚膠碗及食物。



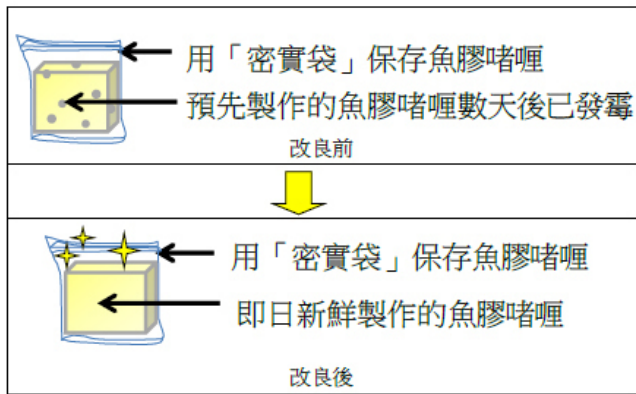
食用日期

原因

我們曾經做過一個測試，就是把凝固後的魚膠啫喱放進「密實袋」，擺放幾天後已發霉。如果我們不好好控制擺放時間，那客人吃後便會不適。

方法

由於魚膠啫喱所需要的凝固時間不長，故只需統計每日機上乘客選擇環保容器的總數量，便可於即日按預約的數量，製作出環保魚膠碗，並直接於當天給機上乘客享用。這既能保持環保容器的新鮮，也能避免了製作過多的環保器皿而造成浪費。



總結

為了推動環保飛行，實現綠色之旅，我們利用魚膠粉能溶解(於水)的特性，設計了以魚膠粉及水混合而成的魚膠碗，作為飛機餐的可食用器皿，以減少飛機餐所製造的塑膠廢料。

我們分別以不同成份比例的魚膠磚進行探究，測試各款魚膠磚的耐熱程度及其負重能力。另外，我們又舉辦了試食大會，找出最受旅客喜愛的口味及硬度作為參考。測試結果及試食大會顯示，魚膠碗適宜較少份量或較輕的冷盤、甜品或水果，當中以硬度為1:7的青檸味魚膠磚最受歡迎。除此之外，我們提議用米紙來包裹魚膠碗，亦建議航空公司按預約數量來即日製作環保魚膠碗。

感想

莫漪媛同學

我是初次參加「常識百搭」的五年級生。在這次活動中，除了學到許多寶貴的知識，也學會了做科學探究的技巧，亦親身體驗到愛因斯坦的名言：「天才是由1%的天資和99%的努力而成的。」

伍彥津同學

我非常高興能參與今次「常識百搭」的活動，在籌備活動及準備測試的過程中，我學會了許多科學知識，還可以一展廚藝，亦能和其他同學一起享受測試的樂趣。

許卓穎同學

透過參與「常識百搭」，我除了學會了不少科學知識及原理，例如製作魚膠容器的用料比例、硬度負重等。而且，我更學會許多寫作書面報告時所用的科學詞彙。此外，我還學會與別人相處和匯報的技巧。

劉麗伶同學

我十分開心今天有機會能夠嘗試去構思一些全新的環保魚膠碗。不但成本低，而且也十分環保。希望日後政府可落實設計一些類似的環保器皿碗。

邱婧嵐同學

經過這次的研習，我對科學有更深的認識，亦知道了更多的科學原理。在研習的過程中，我們遇到不少問題及困難，例如：魚膠粉的衛生問題。幸好我和組員都十分團結，能冷靜地解決那些問題。

小貼士



同學的測試設計科學化，而在口味測試上也邀請了不同人士去試食，這是食物科學的常用技巧。但可進食的餐具的成本和它們混合上其他的食物時，它們的質感和味道可能未必討好。所以在研究方向上可加強在這兩點上的探究。

省力升起行李



學校：浸信宣道會呂明才小學

組員：黃錦耀同學、鄧焯仁同學、龍曉琳同學、陳德霖同學、關治朗同學、高凱璇同學

教師：馮慧心老師、陳國相老師、羅詠欣老師

探究原因

飛機的機艙空間狹小，行李架設於座位的上方。在擺放行李時要將其舉起至接近2米高，頗為不便，所以我們想發明新方法，令存放行李更方便和安全。

科學原理

要移動物件，一定要有施加外力。人類很早就發現用「簡單機械」能令施力更方便和更省力。

槓桿若是施力臂長於抗力臂，就能省力，施力臂越長，則更省力。

滑輪的一個種類（動滑輪）可省力一半。

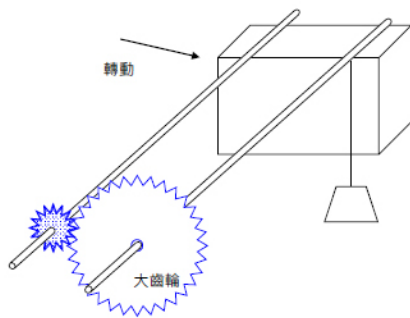
設計及測試

我們將會測試不同的簡單機械，探討實際能省多少力。

測試一：齒輪

材料

齒輪（120齒、85齒、20齒）、鋼軸、木塊、砝碼



齒輪比	所需施力
1:6	0.31kg
1:4	0.42kg

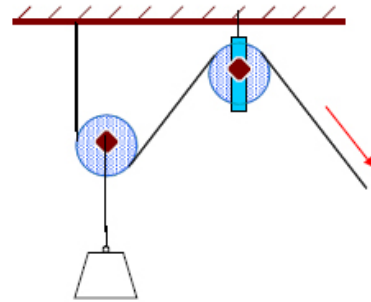
分析

用鋼軸穿起大小齒輪，再結合成為齒輪箱。這樣升起物件可以省力。但壞處就是需要攪很多個圈。

測試二：滑輪

材料

滑輪模型、幼繩、竹條、砝碼



動滑輪數目	所需施力
1	0.55kg
2	0.41kg
3	0.29kg

分析

動滑輪數目越多，施力越少，但繞繩變得很複雜（因為要加上定滑輪，施力方向才能變成向下）。由於沒有方法來固定繩的位置，它們很容易鬆脫，所以繩的實用性較低。

製作方法

材料

木板、輪子、木條、齒輪箱、鉸、螺絲

1. 我們先在木板上加上輪子，成為車子。



2. 木板加上兩條約1米長的木條（技術上不能造得太高），並於上面安裝齒輪箱手攪器。



3. 在中間安裝一塊能打開成水平的板（用櫃的鉸接駁着）。



使用時，將行李勾在繩子，並攪動把它升起，然後打開水平板，鬆開行李，行李就會被停放在水平板上，並能推入行李架中。這個裝置的好處是不需用電，只要乘客花時間拉起行李。我們亦想過用馬達去升起，令身體不便的乘客更為方便。

感想

我們覺得這次探究過程十分有趣，我們能發揮不同的想像空間。雖然製作過程很花時間（例如鑽螺絲入木頭很花氣力），但同學也非常投入。我們希望將來能在生活中善用科學，方便人們同時又能提倡環保。

參考資料

台北哲志出版社（1996）：《簡單機械的原理》，檢自https://market.cloud.edu.tw/content/junior/life_tech/tc_jr/life_tech03/305/305source12.htm

天行出版社（2015）：《請教大櫃“門鉸”及“抽屜路軌”》，檢自<http://www.thp.com.hk/forums/thdeta.php?-forum=1&pn=70052>

鳴謝

趣味科學園陳國相老師

小貼士



同學能正確應用齒輪比、滑輪、施力等原理作設計機械。測試和分析也妥善處理。由於機艙內的空間真是相當狹小，如果乘客需要用較長的時間把行李放上行李架，會造成其他乘客的不便。所以在設計上需平衡齒輪比和施力，否則攪動圈數多了，就會用較多的時間。

飛越100尺



學校：陳瑞祺(喇沙)小學

組員：葉啟朗同學、李東諺同學、王俊彥同學、李博文同學、伍子健同學

教師：黃志鴻老師

探究目的

設計一隻能飛越本校禮堂(約100英尺)的紙飛機。我們會測試不同紙樣、物料及大小的紙飛機，測試它們的飛行距離和穩定性，從中找到性能最好的紙飛機。

科學原理及概念

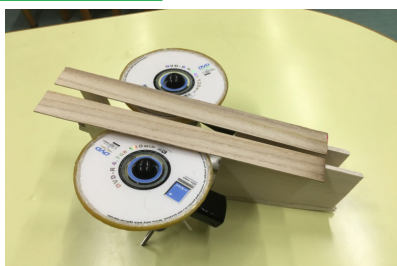
飛機能飛上天空，主要是透過四種力量交互作用所產生的結果，分別是「推力」、「阻力」、「重力」和「升力」。紙飛機主要以手的投擲動作產生「推力」，為紙飛機提供動力。當飛機飛行時，飛機的機翼下表面的弧度較平緩，上表面的弧度較大，當氣流流經不同弧度的表面時，上方空氣的流動比下方快，造成在機翼上方的氣壓會較下方低，產生「升力」抵銷飛機的「重力」，將飛機支撐著，並浮在空氣中，這就是物理學的伯努利原理。當「推力」大於「阻力」(飛行時遇到的空氣阻力)、「升力」等於或大於「重力」時，飛機就能飛行。

		
學生正量度紙飛機飛行的距離	製作不同紙樣的紙飛機	利用紙飛機發射器進行測試

測試誤差及改善方法

我們測試時因人手投擲紙飛機的力度及角度不一，同一款的紙飛機飛行距離亦有所不同。我們參考網上的紙飛機發射器，再加以改良，令每一次發射的力度及角度也相同，令測試更公平。

紙飛機發射器的設計如下








1. 根據網上搜尋的資料所得，紙飛機起飛的最佳攻角為20至30度，所以將發射器的攻角設定為30度。
2. 將發射器的飛輪邊加上粗橡皮圈，以加強飛輪與紙飛機之間的磨擦力。
3. 在發射器的主軸上加上了金屬架支撐，以加強發射器的穩定性。

發現測試存在人為製作的誤差，由於同一紙樣的飛機由不同的人擲出，各紙飛機的飛行效果亦會不同，所以我們會為每個樣本同時製作3隻測試紙飛機，再將其飛行距離取平均值，令測試結果更一致。

測試一

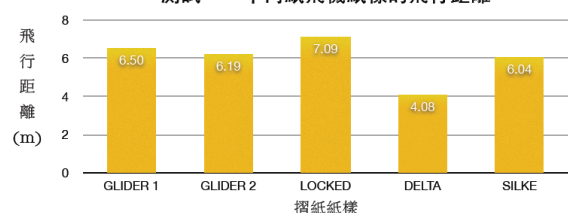
於網上搜集了5種紙飛機的摺紙紙樣，以大小一樣(A4 size)及紙質一樣(普通打印紙重5.3g)來製作紙飛機，測試哪一種紙樣的飛行距離最遠，以該紙樣作為其他測試的藍本。

測試一：相同紙飛機紙樣的飛行距離

摺紙紙樣	GLIDER 1 (m)	GLIDER 2 (m)	LOCKED (m)	DELTA (m)	SIKE (m)
					
第一次測試	6.74	6.13	7.38	3.43	6.01
第二次測試	6.51	5.99	6.78	4.31	6.12
第三次測試	6.25	6.45	7.12	4.50	5.99
平均數值	6.50	6.19	7.09	4.08	6.04

飛機重量：5.3g

測試一：不同紙飛機紙樣的飛行距離



測試結果及分析

測試結果證明“LOCKED”的紙飛機飛行距離最遠

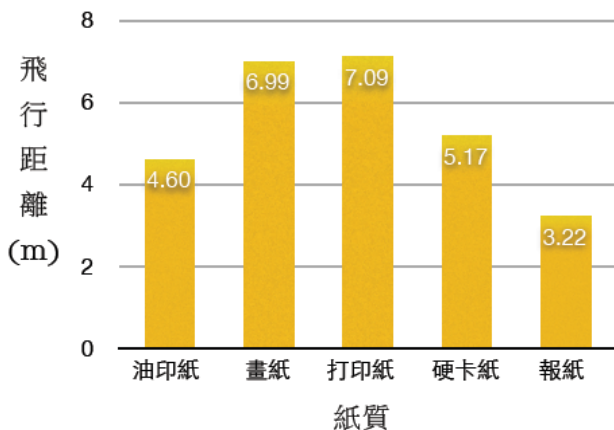
測試二

使用以“LOCKED”的紙飛機紙樣，以同一大小的紙張(A4 size)，量度不同紙質的紙飛機的飛行距離，測試的紙包括油印紙、打印紙、畫紙、報紙及硬卡紙。飛行距離最遠的紙質將用於之後的測試。

飛機紙質	油印紙 重4g (m)	畫紙 重10.9g (m)	打印紙 重5.3g (m)	硬卡紙 重15.2g (m)	報紙 重3g (m)
第一次測試	4.78	6.94	7.38	5.18	3.74
第二次測試	4.60	6.88	6.78	5.34	2.97
第三次測試	4.42	7.15	7.12	4.99	2.94
平均數值	4.60	6.99	7.09	5.17	3.22

測試二：不同紙質的A4 size LOCKED紙飛機的飛行距離

測試二：不同紙質的飛行距離



測試結果及分析

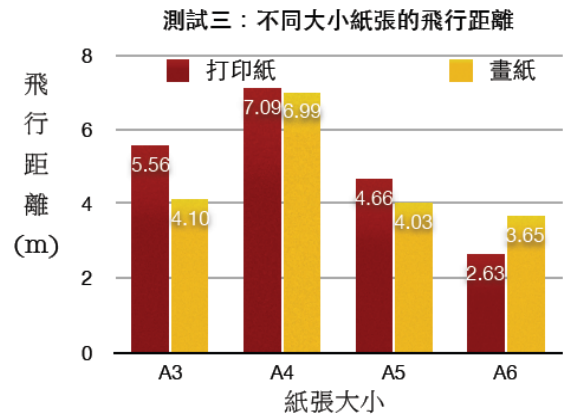
我們預測改變飛機的飛行距離中其中一項最重要的變數是改變飛機的重量，我們估計用報紙摺的紙飛機的飛行距離較遠。但結果是用報紙摺成的飛機於飛行測試中的飛行軌跡極不穩定，主因是由於報紙的紙質太軟，機翼容易在飛行途中變形。從測試得知紙飛機的軟硬度亦會影響飛機在飛行時的穩定性。測試結果顯示以打印紙及畫紙製成的飛機的飛行距離較遠。由於兩種紙質的效果相約，我們於下一個測試分別用了打印紙及畫紙作紙飛機的材料。

測試三

使用以“LOCKED”的摺紙紙樣，材料分別選用打印紙和畫紙，測試不同大小的紙摺出的紙飛機的飛行距離的分別。測試的紙張大小包括 A3、A4、A5及A6。

紙張類型	紙張大小	飛行距離			
		A3	A4	A5	A6
打印紙	距離	5.56 m	7.09m	4.66m	2.63m
	重量	10.6g	5.3g	2.7g	1.3g
畫紙	距離	4.10m	6.99m	4.03m	3.65m
	重量	21.8g	10.9g	5.5g	2.7g

測試三：不同大小紙張的飛行距離



測試結果及分析

紙飛機的大小改變了紙飛機的重量和機翼的大小。機翼變大可提供更大的升力，但亦會增加了飛機的重量，所以要在重量和機翼的大小之間取得平衡。

結果顯示以A4 size的打印紙及畫紙的飛行距離較遠。

測試四

我們將以A4 size打印紙及畫紙，製作出多隻“LOCKED”紙飛機，並以人手作出測試，找出該紙飛機的最遠飛行距離。

測試結果及分析

我們改用人手測試的原因是希望給予紙飛機更大的推力，達至最遠的飛行距離。結果顯示A4 size的打印紙，以13.18米(43.24英尺)勝出。

總結

根據測試結果，以A4 size的打印紙摺出的“LOCKED”紙飛機飛行距離最遠，在人手測試中可飛行至高達13.18米(43.24英尺)。在這個測試中，我們學習到如何運用一個公平測試的方式去進行測試。我們亦學習到要配合紙飛機的合適攻角、大小及物料才能製作出一隻性能良好的紙飛機。



不同大小的紙飛機樣本

學生正進行人手測試



研究十分有系統，能公平地比較不同的變項對飛行距離的影響。如果能進一步測試其他摺法的紙飛機相信會很有趣。另建議同學能詳細列出參考資料，令讀者更容易掌握資料的來源。



熱氣球飛行更環保嗎？



學校：聖士提反女子中學附屬小學

組員：秦思行同學、尹靜潼同學、王君慧同學、郭感恩同學、吳詠翹同學、潘卓琦同學

教師：杜綺華老師、陳國相老師、何美瑩老師

探究目的

我們選擇這個探究，是因為飛機飛行對環境造成很大污染，所以我們便產生以其它飛行工具代替飛機，減少飛機產生碳排放量的想法。

我們在紀錄片和明信片等找到了熱氣球這個靈感，並想知道熱氣球消耗多少能源。如果它的能源效益比較高，我們就會建議人們以此作為短途的空中運輸工具（大約100公里）。

科學原理

物質會有熱漲冷縮的現象。原因是受熱時，物質內的粒子振動或運動加劇，粒子之間的距離增加，使其體積增加，因而膨脹。在同樣的加熱下，氣體的膨脹幅度最大，液體較小，固體最不顯著。熱氣球利用氣體受熱膨脹原理而上升。

測試方法及探究過程

我們先找出一種與熱氣球相似的物件做測試，我們想到利用膠袋模擬熱氣球升空的情況，所以做了數次「升空測試」。首要難題是要產生火。由於中學才有煤氣本生燈，我們就用了酒精燈來生火，我們明白有一定危險性，因翻倒會引起火災，所以為了安全，相關的步驟要由老師負責，而我們亦預備了滅火工具。

探究(一)：利用不同的加熱工具進行測試

測試一：酒精燈

工具及物料：酒精燈、大膠袋、支撐架、打火機。

步驟：

1. 設置好支撐架的底座和桿
2. 張開膠袋，倒轉套在桿上
3. 把酒精燈放在膠袋的底下，將之燃點
4. 開始計時，直至膠袋升空



結果：我們試了五次，只有一次膠袋能升空（其餘皆超過一分鐘不能升起）

測試二：氣體爐

根據測試一的結果，我們估計是酒精燈的火太弱，所以需要長時間加熱才能令膠袋升空。

於是，我們想到用火鍋的氣體爐代替，因它的火力較大，足以令整鍋食物沸騰。測試二的步驟及裝置跟測試一相似，但加熱的工具換上氣體爐。

探究(二)：利用不同的物料模擬熱氣球

利用膠袋模擬熱氣球

膠袋尺寸：25.30cm

膠袋重量：1.7g

飲管重量：0.4g

結果

加熱至升空所需之時間	只有膠袋 (1.7g)	膠袋+1支飲管 (1.7+0.4=2.1g)	膠袋+2支飲管 (1.7+0.4×2=2.5g)
第一次	13秒	10秒	12秒
第二次	11秒	12秒	超過1分鐘
第三次	9秒	10秒	1分鐘17秒

利用較大體積的白色垃圾膠袋模擬熱氣球

白色垃圾膠袋尺寸：60·60cm

白色垃圾膠袋體積：約0.07立方米(m³) (張開成圓柱體：直徑約19cm)

白色垃圾膠袋重量：3.3g

飲管重量：0.4g

結果

加熱至升空所需之時間	只有膠袋 (3.3g)	膠袋+4支飲管 (3.3+0.4×4=4.9g)	膠袋+8支飲管 (3.3+0.4×8=6.5g)
第一次	26秒	21秒	31秒

加熱至升空所需之時間	膠袋+10支飲管 (3.3+0.4×10=7.3g)	膠袋+12支飲管 (3.3+0.4×12=8.1g)
第一次	26秒	34秒

發現

我們試了膠袋和垃圾膠袋，分別平均只要11秒和25秒就能升空。我們再嘗試貼上飲管，加重其重量，發現前者可載2支飲管，後者可載12支飲管。我們就知道，熱氣球載重是有限制的。我們再量度了它升空後的溫度，平均值為60°C。

有了這些數據後，我們再探究有關浮力的阿基米德原理，以便計算承重量。物件在液體或氣體中，會受到一股向上的浮力，是等於物件排開的液體或氣體的重量。

在網上找到以下空氣密度的資料



表(一)

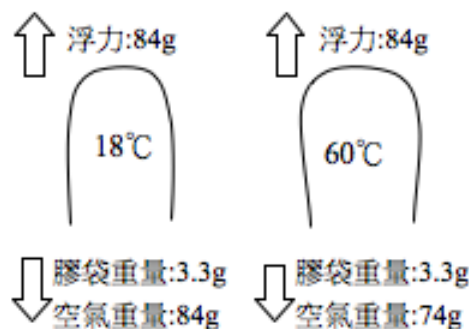
溫度°C	空氣密度(kg/m ³)
10	1.247
15	1.224
20	1.204
25	1.184
30	1.165
35	1.146
40	1.128
45	1.100
50	1.093
55	1.076
60	1.060
65	1.049
70	1.029
75	1.014
80	1.000

白色垃圾膠袋體積約0.07立方米，利用以上的資料，計算它在以下2個溫度，膠袋裏的空氣重量是多少。

	白色垃圾膠袋裏的空氣重量
課室溫度：18°C	$1.204 \cdot 0.07 \sim 0.084\text{kg}$
加熱後膠袋裏的溫度：60°C	$1.060 \cdot 0.07 \sim 0.074\text{kg}$

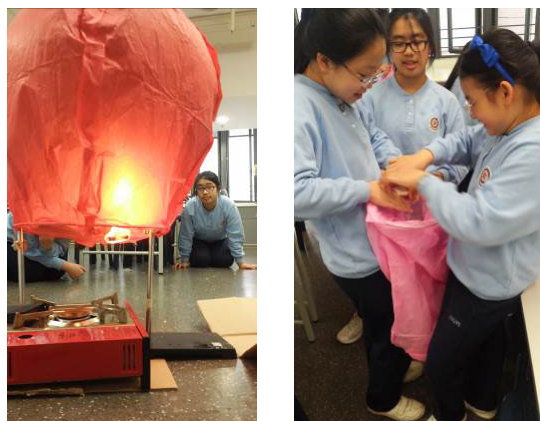
發現

垃圾膠袋由18°C加熱至60°C後，空氣重量減少10克，所以就有10克的淨浮力（原本有0.084kg浮力，空氣重量亦是0.084kg；加熱後浮力不變，但空氣重量減至0.074kg）。減去膠袋本身約3克的重量，即可以承載7克，即 $7 \div 0.4 = 17.5$ 支飲管，而測試結果所顯示的數據亦接近此數目（數據需加上膠紙的重量）。



利用孔明燈模擬熱氣球

我們再用孔明燈做測試，因為它由不易燃的紙製，會較安全。它的體積也較大，可以減低計算上的誤差。



孔明燈尺寸(張開成圓柱體：直徑30cm，高度75cm)
體積：約0.21立方米(m³)
重量：27.6g

	加熱至升空所需之時間	溫度
第一次	4秒	67°C
第二次	7秒	57°C
第三次	10秒	60°C
第四次	12秒	71°C
第五次	8秒	55°C

	孔明燈裏的空氣重量
課室溫度：20°C	$1.204 \cdot 0.21 \sim 0.253\text{kg}$
加熱後孔明燈的溫度：62°C	$1.060 \cdot 0.21 \sim 0.223\text{kg}$

發現

平均只需要加熱約8秒，孔明燈便升空。根據溫度來計算，孔明燈裏的空氣重量減輕了30g，所以有30g的淨浮力。升空的條件亦接近由阿基米德原理計算。





探究(三)：找出能量的消耗值

測試：煲水測試

我們進行了一個煲水測試，目的是找出氣體爐的能量消耗。工具及物料：氣體爐、煲、水、量杯、溫度計、計時器。

步驟

1. 量度300mL水，加入煲裏
2. 量度它的溫度
3. 放在氣體爐上，開火，並啟動計時器
4. 加熱30秒後熄火，並即時量度水的溫度

我們的發現

按水的容量300mL、升溫15°C及水的比熱容4.2J/°C，計算出水每秒接收了 $4.2 \times 300 \times 15 \div 30 = 630$ 焦耳的能量。如果以空氣的比熱容計算，我們需加熱約8秒可讓孔明燈升空，空氣所接收的能量，則約每秒1,300焦耳（空氣重量250g、升溫42°C、空氣的比熱容1J/°C， $250 \times 42 \times 1 \div 8 = 1300$ ）。根據這個氣體爐2,000瓦功率，即有大約三成半的能量是損耗了。



（氣體爐是使用丁烷（Butane），它的能量值是每公斤一億三千萬焦耳，會產生8.5公斤二氧化碳）

（入罐時所需的壓力較低，故氣罐可以造得較輕薄，成本較低，但亦因而在高原上或低溫時火力輸出會不足。）

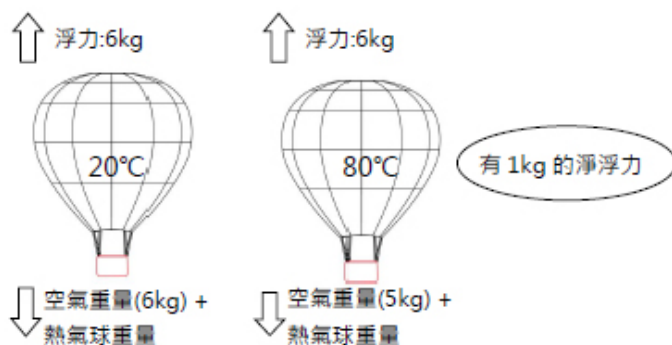
最後我們嘗試了量度孔明燈的溫度下降速度，發現每7秒下降約2°C。

我們計算要升起1kg，熱氣球的體積要約5立方米。

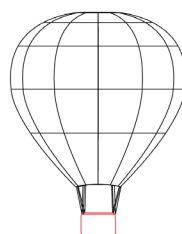
（參考表（一）的資料）

	熱氣球的空氣重量
原本溫度：20°C	$1.204 \times 5 = 6\text{kg}$
加熱後至80°C	$1.000 \times 5 = 5\text{kg}$

熱氣球體積：5立方米



假設熱氣球和籃的重量共20kg，要升起50kg（約一個成年人的重量），即總重量為70kg，熱氣球體積便要有 $70\text{kg} \times 5 = 350$ 立方米（接近三架雙層巴士）。按之前以空氣的比熱容方法計算，如要升高熱氣球，就要約二千五百萬焦耳（ $350 \times 1.204 \times 60 \times 1000$ ）。同樣將三成半能量散失計算在內，即要耗用約四千萬焦（ $25,000,000 \div 0.65$ ）。這要燃燒0.3kg的石油氣，造成大約2.5kg的碳排放。



熱氣球體積：350立方米

由20°C加熱至80°C，可升起重量：70kg

要吸收的能量：2千5百萬焦耳

需要消耗的能量：4千萬焦耳

1kg丁烷能量值：1億3千萬焦耳

（碳排放8.5kg）

需要消耗的丁烷：0.3kg（碳排放2.5kg）

以香港至廣州距離約100公里，假設每小時飛行20公里，需要飛行大約5小時。估計這部分能量消耗：以每7秒會下降2度計算，以每分鐘下降16°C計算，每分鐘散失5,600,000焦耳（ $350 \times 1000 \times 16$ ），要消耗約8,600,000焦耳（ $5,600,000 \div 0.65$ ）來補充。全程5小時，要消耗二十五億焦耳（ $8,600,000 \times 5 \times 60$ ），這要燃燒20kg的石油氣造成大約170kg的碳排放。

相比短程飛機，每公里的碳排放量約15kg。同樣計算100公里飛行距離，再除以400個乘客，即平均每人產生3.75kg（ $15 \times 100 \div 400$ ）碳排放。

測試誤差

1. 膠袋或孔明燈的重量是取其平均值，但每個重量不一定相同。
2. 每個膠袋或孔明燈的體積只能以大概的形狀去計算，而且加熱後它們會隆起。
3. 量度膠袋或孔明燈的溫度，只是溫度計接觸點的溫度，不代表整個膠袋或孔明燈的溫度。
4. 氣壓和水蒸氣含量對結果或有影響，而導致空氣密度的數據和測試環境會有差異。
5. 加熱熱氣球消耗的能量，只能用空氣比熱容和能量散失作估計。但現實上由於空氣是不良導熱體，要加熱的體積愈大，效率會愈低。

困難

測試時的困難

1. 會有火警的危險以及缺氧燃燒產生有毒氣體（一氧化碳）。
2. 要保持膠袋或孔明燈要平衡，不能偏側，但這是很困難的，尤其是愈大的膠袋。
3. 不能將火源和膠袋或孔明燈接駁起，令我們不能測量升空一段距離的能量消耗，以及維持在半空的能量消耗。

熱氣球的升空

1. 操作熱氣球需要一定的技術，而考慮到燃料消耗及成本問題，乘載多一個技術人員並不符合能源效益，因此，乘客要自行操作，故需考慮操作技術。
2. 不能在惡劣天氣使用。

總結

根據我們的測試和推算，以熱氣球升起物件，所消耗的能量已很大。升起一個人的碳排放，差不多等於飛機飛行60公里的人均排放量。再加上要消耗龐大能量維持在半空，熱氣球的排放要多45倍。（即熱氣球載一個人飛行100公里，等如飛機飛行4500公里的人均排放量）飛機最大的優勢在於載客量大，人均碳排放量較低，就如集體運輸工具—巴士和私家車的比較。而熱氣球即使再擴大來增加載客量，消耗的能量也是按比例增加，而且加熱更大體積空氣會變得更低效率。

透過今次的探究，我們發現乘熱氣球飛行並非比飛機更環保，但我們並沒有因此而失望，因為我們在過程中學習了很多科學知識，而且這並不是探究的終點，反而是另一個探究的起點，希望將我們能找到比乘飛機更環保的空中運輸工具。

學生感想

秦思珩同學

這次常識百搭活動中，這不但令我對科學產生濃厚的興趣，還讓我對科學有尋根究底的精神。這次活動的題目是「綠色啟航」，我除了增進不少關於熱氣球和空氣的知識外，亦令我學會懂得尊重別人的意見和發揮團體合作的精神。

尹靜潼同學

我很榮幸能參加常識百搭活動。在過程中，我認識了從未學過的知識，例如：密度的單位、焦耳等等，從中也認識了不少好朋友。在往後的日子，我仍會繼續探究科學。我期盼將來能運用自己所學的知識去貢獻社會，為市民服務。

王君慧同學

我很榮幸能參加常識百搭活動。這次科學探究的題目是「綠色啟航」，經過多次探究的活動，我學了很多航空的知識，亦令我對科學產生濃厚的興趣，我希望將來能探究更多有趣的科學。活動中，令我最難忘的是與同學共同合作，朝著目標邁進，並和她們建立深厚的友情。

郭感恩同學

在探究過程中，我除了認識有關浮力的阿基米德原理外，還建立了團體合作的精神。我們在測試的時候，因為有些誤差，所以用了不同的材料去進行探究和反復嘗試，希望盡力做到最好。當我們成功的時候，感到非常滿足和有成就感。

吳恒翹同學

經過這次探究活動，我明白到物質有熱脹冷縮現象的原因，也認識了有關浮力的阿基米德原理。我們做了一些非常有趣的測試，例如：利用膠袋模擬熱氣球升空、熱氣球升空需要的能量、浮力、熱力等測試。在探究中，我真是獲益良多，也感到很滿足。我希望來年可以再參加科學探究的活動呢！

潘卓琦同學

我透過這次探究活動學懂了很多科學原理，例如阿基米德原理、熱氣球升空的原理、熱能的單位是焦耳等等。雖然我們發現用熱氣球未及飛機環保，但我們仍會繼續努力，希望能研發更多環保的空中交通工具。

參考資料

Elgas Ltd (2016): "LPG Conversions: Gas kg, Litres, MJ, kWh.", Retrieved from <http://www.elgas.com.au/blog/389-lpg-conversions-kg-litres-mj-kwh-and-m3>

Jack Clayton (2014): "1 air mile", Retrieved from <http://blueskymodel.org/air-mile>

國泰航空有限公司 (2015) : 《計算及抵銷您的碳排放量》，檢自http://www.cathaypacific.com/cx/zh_HK/about-us/environment/fly-carbon-neutral-fly-greener/calculate-and-offset-your-carbon-emissions.html

鳴謝

學校杜綺華老師、何美瑩老師、趣味科學園陳國相老師

小貼士



探究過程中涉及較艱深的物理及化學知識，因此同學或對探究過程的掌握不太透切，結果顯得不太準確。建議可選擇同學可掌握的探究題目，在過程中可有更深刻的認知及得著。

節能衛理號



學校：北角衛理小學下午校

組員：林敏如同學、劉信希同學、楊嘉羲同學

教師：邵家敏老師

意念

飛機是現時長距離交通的主要工具，每日不停地在天空上飛。但與此同時，飛機需要耗用大量的燃油以維持飛機的運作，包括：飛行動力、娛樂系統、空氣調節和燈光照明等。我們希望可以為飛機提供額外的再生能源，以減少燃油的使用，從而為環境保護出一分力！由於飛機在上空飛行時，較易與陽光接觸，因此我們選擇了太陽能。另外，飛機在高空上飛行時，高空的溫度會逐漸降低（可以達 -50°C ），我們亦利用天然的低溫來為飛機提供電力。總而言之，我們的設計是希望利用大自然所提供的能量，為我們提供源源不絕的潔淨能源。

科學原理及概念

太陽能的利用

太陽能的利用是相對簡單的，利用太陽能光伏板便可以把太陽能轉化成電能，從而提供電力。太陽能光伏板自身並沒有儲電功能，需要利用充電池把電能儲下來。因為太陽光通常不是持續、穩定，易受時間和外界環境所影響，所以必須迅速把能量儲存下來。儲電裝置在下文會談及。

溫差(低溫和高溫之間的差)的利用

越洋飛機飛行高度一般為4萬英尺（約12公里），在這高度飛行時引擎的效率最佳、耗油量最低。這一高度稱之為「同溫層」，溫度不變而且氣流穩定，溫度保持在攝氏零下 -56.5°C 。飛機引擎壓縮機所產生的高溫空氣超過 100°C 。我們可以裝上「溫度發電元件」，利用兩種不同溫度的空氣來產生電力。

(廠商提供SP1848-27145參數如下：

發電片尺寸：40MM長*40MM寬*4MM高

溫差100度：開路電壓4.8V,發電電流：669ma)

儲電裝置-超級電容

優點

1. 更耐用。
2. 充電時間短，放電量大。
3. 沒有過度放電問題（不會因電壓太低而縮短電池壽命）。
4. 安全性較高（非爆炸性、無腐蝕危險性）。

缺點

1. 單位體積儲存的能量較低。
2. 成本較高。

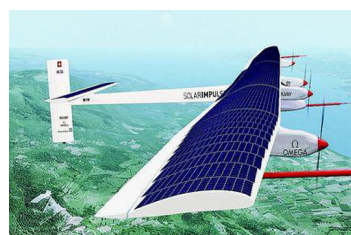
材料

太陽能電池板、SP1848陶瓷發電片、超級電容、穩壓器、電線、馬達

太陽能電池板	
SP1848半導體溫差發電片	
超級電容	
穩壓器 (DC-DC 轉換器)	

探究過程及測試

從新聞得知“Solar Impulse 2”（陽光動力 2 號）是全球唯一能夠晝夜飛行的太陽能飛機。它的翼展和全球最大的客機一樣，達到了72米，重2.3噸，最大飛行高度可達8500米，最高時速為140公里。它的機身和機翼均採用了羽量級的碳纖維材料，機翼上則安裝有17248塊超薄、高效太陽能電池板。發動機吊艙中安裝了633公斤重的鋰離子電池。如下圖示：

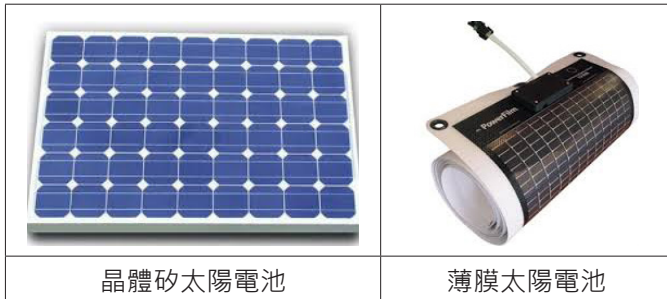


我們參考了以上飛機的設計，加上安全、可行性的考慮，決定在機翼上鋪設太陽能板。我們考慮了市場上兩種的太陽電池：

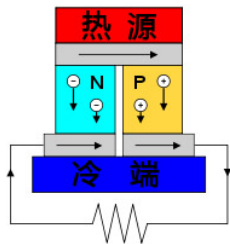
晶體矽太陽電池（包括單晶矽及多晶矽）

優點：能量轉換率高及耐用

薄膜太陽電池
低光量亦可發電成本較低、厚度十分薄及可彎曲



在模型設計中，我們選用了 - 多晶矽太陽能板，因為它的轉換率高。但我們建議在真正的飛機上應安裝 - 薄膜太陽電池，因為它較薄和較輕，亦可彎曲，故可穩妥地貼在飛機的表面。




另外，根據網上的資料顯示：

“飛機在高空飛行時，或在熱帶地區、寒冷地帶進行全球性飛航時，必須接受冷熱的變化，這時就需靠冷暖氣系統（Heating & cooling system）。噴射客機的機艙內冷暖氣產生的方式，是將壓縮機所產生的高溫空氣，用機艙外的冷空氣加以冷卻，再將冷空氣與從發動機引進的熱空氣混合，而得到適溫的空氣。”

我們的設計是想利用以上的冷熱空氣先通過我們的溫差發電片，再進入空調系統。這樣便可以為我們提供日夜源源不斷的電力。

設計簡介

文字說明	圖片展示
<p>我們在模型機的機翼上裝上了兩片太陽能光伏板，用以吸收太陽光再轉化為電力，電力可以點亮模型飛機上的燈。</p>	

機倉內的弦窗擋板改裝成太陽能板，以增加太陽光再轉化為電力。



由於溫差發電片裝置的體積較大，因此未能安裝於飛機內。我們把裝置所發的電力輸到超級電容 / 模型機的引擎，讓引擎轉動。



優點

此設計的優點是：

1. 簡單直接。
2. 吸引太陽能：只需在機翼 / 機身上安裝太陽板（薄膜式）便可。另外，把現時弦窗擋板改成太陽能板的過程亦不複雜。
3. 溫差發電：由於室內空氣調節需要把引擎的熱空氣和外面的冷空氣混合調溫，因此在混合前可以先利用它們的溫差進行發電。即在現時的結構上加上溫差發電片便可。
4. 成本低：零件的價格不高。

困難及改良

困難

構思和製作這個設計作品時，我們曾遇到不少難點，例如：

增加太陽能板會否增加飛機的重量而導致耗油量增加？

建議使用薄膜太陽電池，它的包裝較輕，又可彎曲，可以覆蓋整個機身。

以冷熱空氣的溫度進行發電是否可行？

由太陽光轉化得到的電能並不穩定，例如晚上沒有光能提供。我們考慮到空氣反而可以長期提供溫度以作發電，但需要考慮的是設置的安裝以及發電片的重量可否減少，亦到對飛機不會增加太多的重量，從而增加耗油。

電力如何儲存？

考慮到由於溫差及太陽能所產生的電力不強，我們建議用超級電容來儲存電能。經過安全性的考慮，我們不使用鋰電池（易燃及有爆炸風險），而使用超級電容，因它比較耐用，輕便，快充慢放，非常適合在飛機上使用。

總結

我們希望這個小發明能更善用大自然所提供的能量-太陽能及冷熱空氣來發電，這種能源既潔淨又是可再生能源，在享受生活同時亦可以善用地球資源。

感想

我們發現日常生活中應多留意身邊的事物，運用我們課堂內所學會的及在參考資料中所學懂的知識，動動腦筋就可為人類改善他們的生活素質。我們在進行測試時遇到了不同的難題，但在解難過程中，我們學到要互相尊重和彼此接納，無論對航空知識或進行測試等方面也獲益良多。這些寶貴的經驗大大提高了我們對科學的興趣和探索，希望將來可以持續運用這些知識來發明或改良現有的物件，為人類帶來更美好的生活。常識百搭萬歲！

參考資料

滙識教育有限公司：《兒童的科學no4及太陽能專題特輯》，檢自<https://zh.wikipedia.org/wiki/太陽能電池及陽光動力號>

鳴謝

我們首先要多謝黃侶詩校長給予我們機會、充足的資源和支持令我們可以參加這次活動，還有邵老師和黃老師在小組活動中誘導我們思考、進行測試和不斷改良，讓我們將意念變成了參展作品“衛理節能號”，在老師的指引和父母的協助下使我們能在限時內完成作品。

我們今次得以順利參賽，並能向公眾展示我們的作品，衷心感謝黃校長、老師、父母和學校的鼓勵和支持。希望將來還有機會再參與有關科學與科技的活動和期盼下一屆常識百搭的來臨。



空中單車之發電腳踏器



學校：聖保羅男女中學附屬小學

組員：唐家永同學、舒宇嵐同學、蘇婧熙同學、鄭琛翹同學、吳業濃同學、何思昊同學

教師：楊永娟老師、陳汶利老師

靈感及探究目的

乘搭長途機，乘客因長時間屈膝而坐，容易令血液滯留在雙腳靜脈，導致腳腫，甚至引發血栓塞，後果可以十分嚴重。而對於長者、長期病患、靜脈曲張患者和體形較肥胖的人，他們乘坐長途飛機時的影響就更加大。

除了多喝水、多在機上走動、避免翹腳而坐和多伸展雙腳外，我們打算研究在長途機上設置環保發電單車，讓乘客可以在十多小時的飛行旅程中有機會踏單車，令雙腳可以運動一下。

我們要設計一部「發電腳踏器」。它可以放置在飛機座椅下。乘客安坐在飛機椅上，便能像踏單車般使用「發電腳踏器」。「發電腳踏器」必須輕巧及體積小，以滿足在空間狹窄的機艙中應用。

科學原理

當「發電腳踏器」的腳踏轉動時，車輪會同時轉動。車輪的轉動會帶動摩打轉動，把動能轉化成電能，產生電力。為了增加摩打的轉速來產生更大的電流，車輪與摩打之間會利用齒輪來提升轉速。



車輪 > 齒輪 > 發電摩打

電力可以用於照明，代替機艙閱讀燈；電力亦可替有需要的乘客提供手提電話或手提電腦充電服務。

探究內容及過程

1. 設計「發電腳踏器」
2. 試用「發電腳踏器」並測試它的發電性能
3. 根據測試結果改良「發電腳踏器」的設計，令它達到最佳效能
4. 選擇最具效能的「發電腳踏器」設計
5. 探究腳踏大小對發電效能的影響

設計「發電腳踏器」

設計方向

大小不能超過飛機座椅下的空間

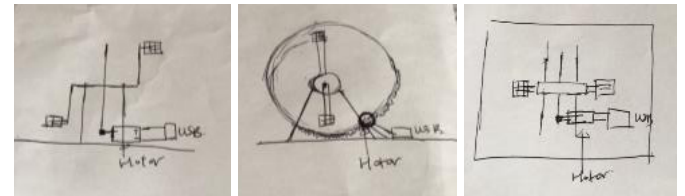
(體積約 27000 cm^3)

參考學校的環保發電單車的設計，採用

- (i) 鐵鏈帶動齒輪轉動發電或；
- (ii) 車輪摩擦齒輪轉動發



設計草圖



正視圖

側視圖

俯瞰圖

主要材料

三輪單車的前輪連腳踏、發電摩打及齒輪、支架及底板、橡皮筋

製成品



測試方法

1. 以人手轉動腳踏，使車輪轉動10圈
2. 計算轉動10圈的所需時間
3. 用安培計量度平均電流
4. 公平測試原則：
 - 轉動腳踏時要保持均速
 - 由同一人負責進行不同轉速的測試
5. 記錄車輪轉動10圈所需時間及平均電流，並以折線圖表示測試結果
6. 分析「發電腳踏器」的效能，然後作出改良
7. 改良後重覆以上測試程序

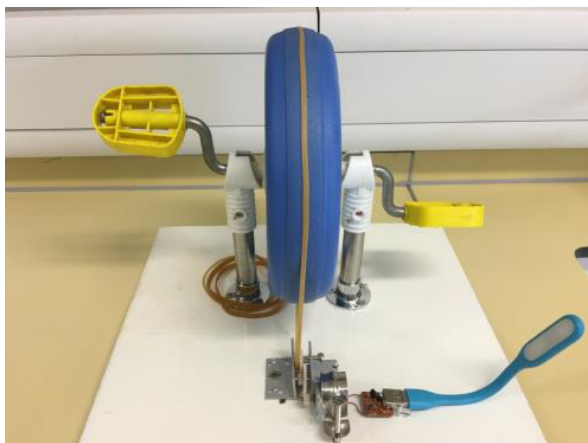
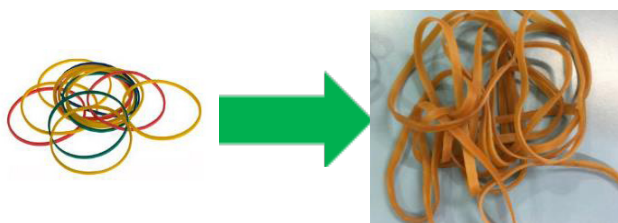


測試及改良

「發電腳踏器v1.0」的性能

橡皮筋太幼，未能流暢地帶動齒輪轉動。
齒輪轉速不理想。

改良方法：用粗橡皮筋代替一般橡皮筋



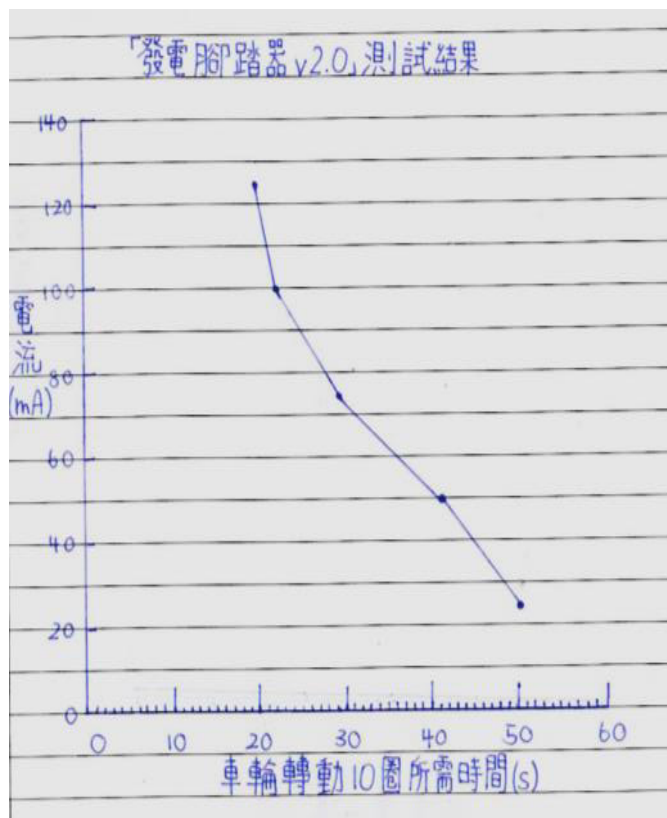
測試「發電腳踏器v2.0」的性能

測試目的

證明腳踏轉速越快，產生的電流越大。

測試結果

測試	1	2	3	4	5
轉動10圈所需時間(s)	50	41	29	22	20
電流(mA)	25	50	75	100	125



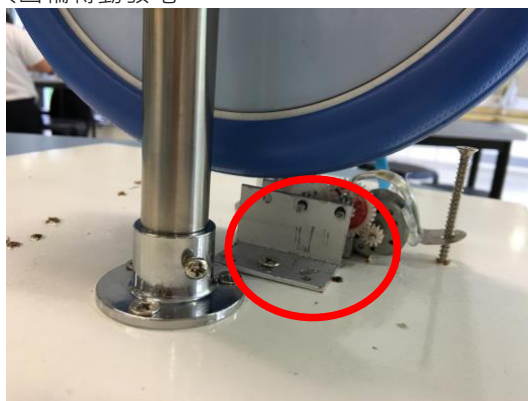
結果：腳踏轉速越快，產生的電流越大。

需改良的問題

橡皮筋在轉動約10圈後會斷裂。經過觀察斷裂的橡皮筋後，發現上面有許多割開的位置，而且均出現在左面。我們推斷這些割痕是因為橡皮筋經過邊緣尖銳的齒輪所致的。

改良方法

捨棄由橡皮筋帶動齒輪轉動的設計，改為使用由車輪直接磨擦大齒輪轉動發電。



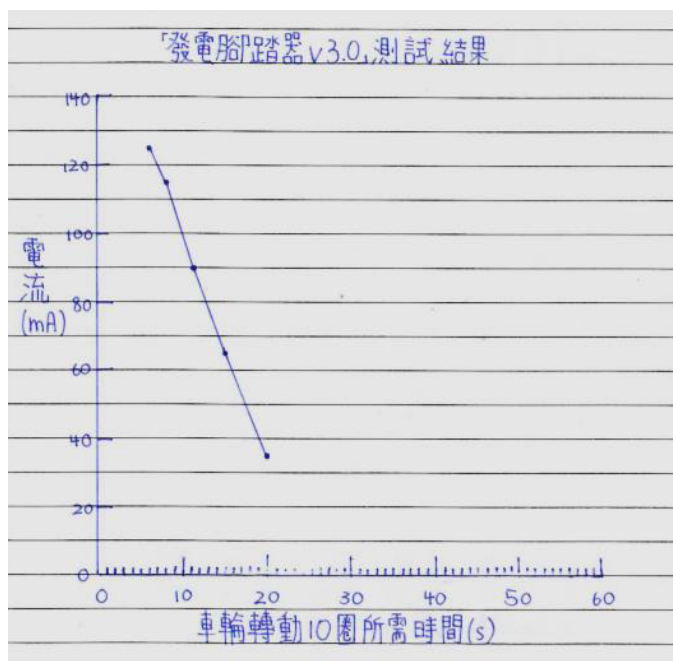
測試「發電腳踏器v3.0」的性能

測試目的

測試以車輪直接磨擦大齒輪轉動發電的設計，能否產生足夠的電流。

測試結果

測試	1	2	3	4	5
轉動10圈所需時間(s)	20	15	11	8	6
電流(mA)	35	65	90	115	125



結果：以車輪直接磨擦大齒輪轉動發電的設計，相比透過橡皮筋轉動小齒輪的設計，會大大降低摩擦的轉速，同時令產生的電流大幅減小。如要產生同等的電流（如125mA），需加快轉動腳踏至3倍。

有趣小發現！

轉動腳踏的方向要相反才能令摩擦發電。

需改良的問題

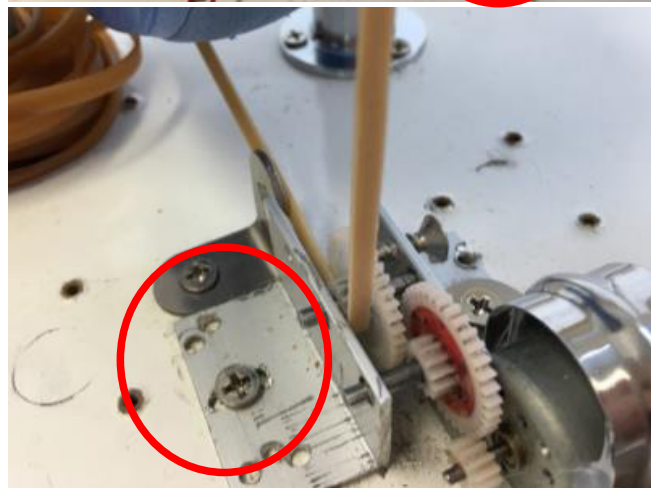
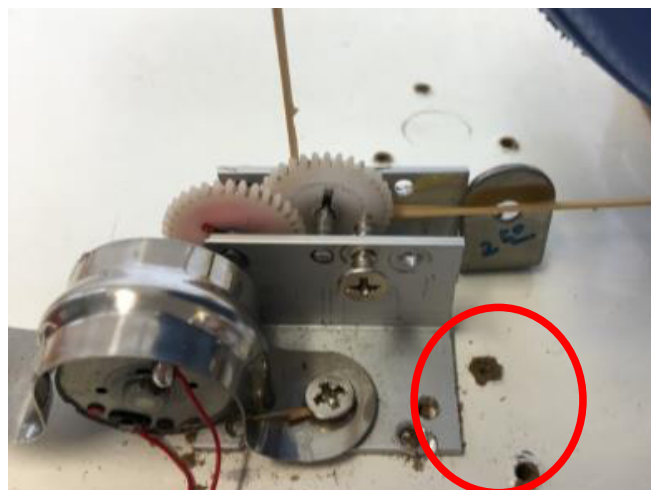
「發電腳踏器」的理想設計應該是能夠讓乘客緩慢地踏已經可以產生足夠可用的電流流量。假如乘客加快踏單車的速度才能生產足夠的電流流量，這舉動可能會令乘客在機上有過大或過多的動作，帶來航空安全問題。

當我們嘗試用腳踏「發電腳踏器v3.0」，卻發現用腳踏會令車輪輕微升高，不能接觸齒輪。

改良方法

重用「發電腳踏器v2.0」的設計，然後解決橡皮筋容易斷裂的問題。

在橡皮筋離開齒輪後的左面加上裝置來防止橡皮筋滑進齒輪左面的隙縫，從而解決因磨擦而被尖銳的齒輪邊緣割斷橡皮筋的問題。



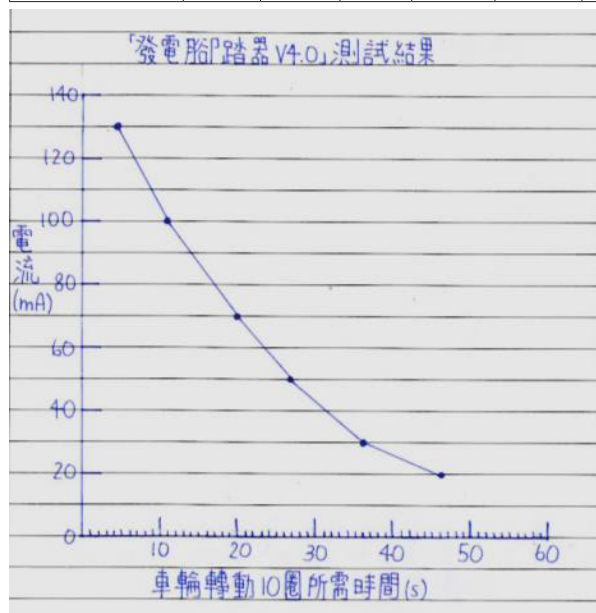
測試「發電腳踏器v4.0」的性能

測試目的

模擬飛機的乘客坐在座椅上使用發電腳踏器。測試發電腳踏器的發電效能及新裝置能減少橡皮筋斷裂的次數。

測試結果

測試	1	2	3	4	5	6
轉動10圈所需時間(s)	46	36	27	20	11	5
電流(mA)	20	30	50	70	100	130



結果：模擬飛機上的乘客坐在座椅上用腳踏「發電腳踏器 v4.0」，發現不會令車輪輕微升高，並能成功發電。橡皮筋在完成整個測試都沒有斷裂，新裝置能成功改善橡皮筋斷裂的問題。發電效能有輕微下跌。

需改良的問題

橡皮筋偶然仍會滑進齒輪左面的隙縫

改良方法

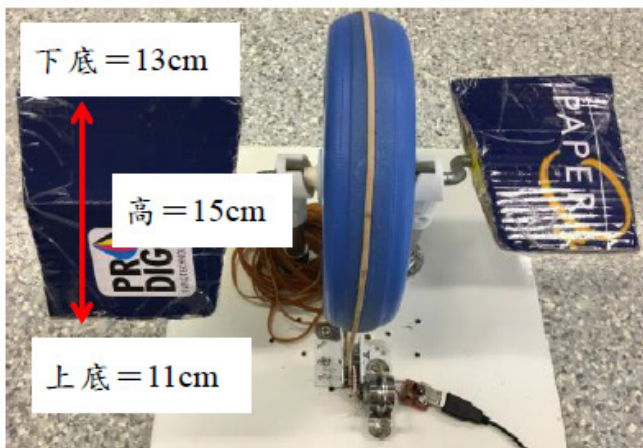
齒輪需靠左，橡皮筋則需靠右

經過3次的改良，我們決定採用「發電腳踏器 v4.0」的設計，並以它來探究腳踏大小對發電效能的影響。

探究腳踏大小對發電效能的影響

「發電腳踏器 v5.0」的設計

用紙皮製成面積較大的梯形腳踏：

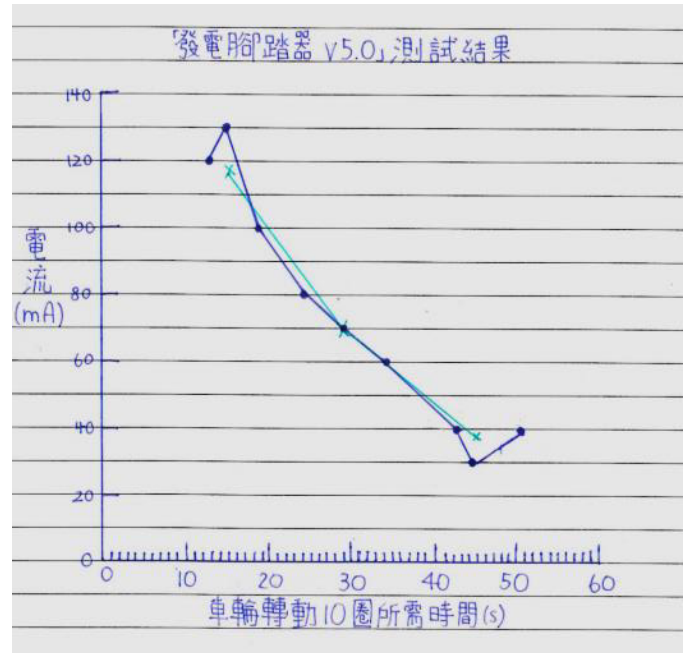


- 模擬飛機上的乘客坐在座椅上使用發電腳踏器
- 以慢速(40秒以上)、中速(20 - 40秒)及快速(20秒以下)踏動腳踏，使車輪轉動10圈
- 每種速度進行3次測試
- 量度及記錄轉動10圈所需時間及產生的平均電流



測試結果

測試	慢速 (40秒以上)			中速 (20-40秒)			快速 (20秒以下)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
時間 (s)	50	42	44	34	29	24	18	13	15
	45			29			15		
電流 (mA)	40	40	30	60	70	80	100	120	130
	37			70			117		



結果：加大腳踏的面積後，發電的效能提高了。

應用、建議及改良

- 「發電腳踏器 v5.0」能產生足夠電力使小米USB燈維持光亮。
- 「發電腳踏器 v5.0」生產的最大電流是150mA。因此它不能產生足夠的電力來直接替手提電話或手提電腦充電。
- 尋找發電功率更高的摩打。
- 設儲電裝置，把「發電腳踏器」生產的電力儲存起來。
- 把橡皮筋更換為不易斷裂及彈出的皮帶。替「發電腳踏器」加上外殼，改善外觀及保護零件。



感想

何思昊同學

參與今次「常識百搭」活動，讓我得到了不少的體會。是次創作令我對科學測試過程更加了解，而且也學會了與其他同學合作。製作這「空中單車」過程中，同學們都非常投入，有負責控制腳踏的，有負責計時的，也有負責記錄數據的，當然少不了老師的指導和意見。雖然我們年紀小，沒有足夠的財政能力購買最佳的材料進行測試，但我們利用有限的資源，經過多次認真的測試及細心的改良後，最終製成了這「空中單車」。希望在不久的將來，我能在飛機上享用自己的設計意念呢！

蘇婧熙同學

今次的常識百搭活動，我們發明了「發電腳踏器」。這個「發電腳踏器」可以讓乘搭飛機的人踏著腳踏器運動腳部，又能使用發電器生產電流供乘客使用。過程中，我和組員一起製作「發電腳踏器」、合作搜集數據、進行分析和不斷改良發明品。這個活動讓我明白團隊合作的重要性。

舒宇嵐同學

我能夠參加這個常識百搭活動，真是獲益良多。在學習到有關腳踏器發電的有關知識之餘，我更加明白到做事要有耐性。我們發現不足之處，又不斷改良我們的發明品——空中發電腳踏器。當使用橡皮筋繞住輪胎間接轉動齒輪時，我們發現橡皮筋易爛，有可能導致他人受傷，於是改作直接用輪胎轉動齒輪，使安全性大大提高。此外，我們不斷測試發電效能，希望能製造最多的電流。因此，我學會了做事要有耐性才能取的成功。

吳業濃同學

在這次常識百搭的活動中，我獲益良多。從中我學會了很多關於齒輪組合及電的知識。我非常榮幸能被挑選參與這次的活動。

參考資料

香港機場管理局：《綠色機場快訊》，檢自https://www.hongkongairport.com/chi/csr/environmental-management/greenest_airport_updates.html

Aviation Benefits Beyond Borders, Aviation Climate Solutions. Retrieved from <http://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/aviation-climate-solutions>

香港特別行政區政府：《環境健康等險》，檢自http://www.travelhealth.gov.hk/tc_chi/environmental_health_risk/air_travel.html

術數縱橫(2011)：《搭長途飛機的健康問題》，檢自<http://www.fengshui-chinese.com/discuz/viewthread.php?tid=97185>

慈濟健康管理互動資訊網 (2011)：《搭長途飛機易致血栓 應多喝水》，檢自<https://hcare.tzuchi.com.tw/ShowNews.aspx?no=542>

健康知多D知識網 (2012)：《機上防機艙症候群》，檢自http://www.healthculture.hk/question_details.php?id=701

松栢之聲(2007)：《搭飛機的大忌》，檢自<http://www.thevoice.org.hk/v0362/064.htm>

鳴謝

楊永娟老師、陳汶利老師、鄧偉倡老師、測試室李慧冰小姐。

小貼士



良好的測試設計，意念創新，並能活用STEM技能。但需考慮設計在機艙的應用性和實用性，因為裝置可能會增加飛機的重量。

導流板奇想



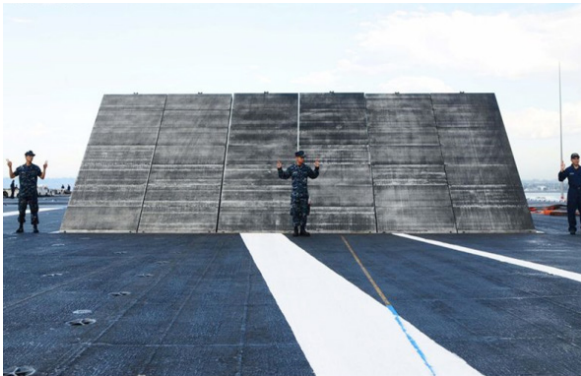
學校：保良局馮晴紀念小學

組員：劉柏希同學、陳玥同學、周潤鑫同學、曾昭裕同學、蔡皓然同學

教師：何基泰老師、姚詠詩老師

測試目的

因為香港國際機場因興建第三條跑道而要進行大量填海，影響了香港中華白海豚的生活環境，使我們十分擔憂。同時，我們發現航空母艦上的戰鬥機只需要很短的起跑距離便能夠快速起飛。因此，我們想參考航空母艦的起飛裝置設計，嘗試將它應用在機場裏，不知能否帶來同樣的效果，這樣既能縮短起飛時所需的距離，又能夠節省能源。



科學原理

飛機升空的原理

飛機是重於空氣的飛行器，當飛機在空中飛行時，就會產生作用於飛機的空氣動力，飛機就是靠空氣動力升空飛行的。在瞭解飛機升力和阻力的產生之前，我們還要認識空氣流動的特性，即空氣流動的基本規律。流動的空氣就是氣流，但我們不可能利用真實的飛機來作測試，所以我們使用水火箭來代替飛機，測試導流板對水火箭起飛過程的影響。

水火箭升空的原理

火箭是利用作用力與反作用力來向前推的飛行器。火箭和一般飛行器最大的不同，在於它是自行攜帶燃燒所需的氧氣。由於燃燒產生高溫和高壓，而高壓或會向低壓流去，故引擎噴嘴成為唯一的出口，衝出噴嘴的高溫高壓空氣會提供火箭一個反作用力，使火箭向前飛行。

水火箭和火箭最大的不同是推進的媒介分別是水和高溫空氣。在發射水火箭前會灌入空氣達到一定的壓力，由於高壓會自然向低壓流去，故在噴嘴被打開時，空氣自然向噴嘴流去，但由於水會擋在前方，因此水便會被空氣推出火箭，而火箭也藉此獲得向前的動力。水火箭是一種以水的壓力作為推進動力的模型火箭。

牛頓第三定律

水火箭運用了牛頓第三定律的科學概念，當兩個物體互相產生作用時，那道力稱為「反作用力」，又稱「抗力」；兩道力的大小相等，方向卻是相反的。任何一道力都可以是作用力，而其對應的力自然地成為伴隨的反作用力。作用力與反作用力稱為「配對力」。

導流板

在火箭發射前，航空母艦艦載機的噴氣發動機已經全速運轉，此時它會向後方噴射出高溫高速燃氣流，有機會對在它後面的飛機或人員構成危險。這時，彈射器後方張起的擋板可使燃氣流向上偏轉，不會噴向後面的甲板，擋板叫作「航母導流板」或「燃氣導流板」。

一般來說，每個彈射器後面也有一組共3塊燃氣導流板。當單發飛機起降時張開正中一塊；當雙發飛機起降時三塊都張開。為了降低燃氣流的灼熱溫度，燃氣導流板後面都裝有供冷卻水循環流動的格狀水管。



導流板及艦載機

材料

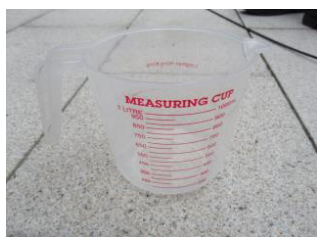
1. 水火箭發射架連導流板1個。
2. 水火箭數枝(汽水瓶)。
3. 量杯1個。
4. 量角器。
5. 拉尺一把。



發射台連導流板



水火箭

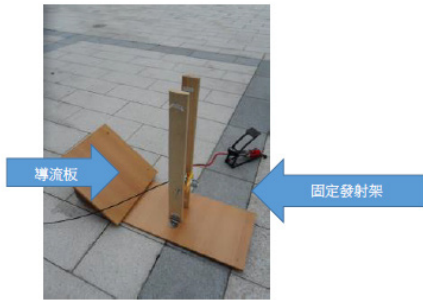


量杯



量角器

設計



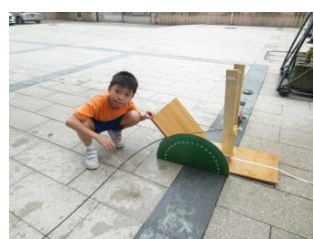
測試過程

在測試的第一部份，我們用汽水瓶作為水火箭的箭身。首先，注入350毫升的水進水火箭裏，然後把水火箭安裝在發射架上。在測試期間，導流板分別會被調校成15度角、30度角、45度角、60度角、75度角和90度角。水火箭發射後，我們會用拉尺量度用哪一個角度的導流板發射水火箭時能射得最遠。測試期間，我們為水火箭泵氣，分別嘗試泵15次氣及20次氣，用作測試增大動力會否對測試的結果有影響，然後進行記錄。

在測試的第二部份，我們分別會為水火箭注入350mL、450mL和550mL的水，然後進行同樣的測試，看看水的多少及它的重量會否對水火箭的飛行距離有所影響，並進行記錄。



為水火箭入水



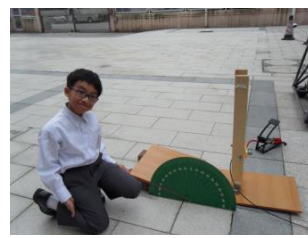
調整導流板角度



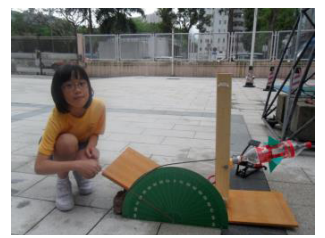
發射水火箭



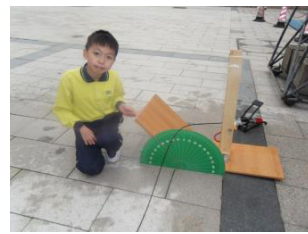
量度落點距離



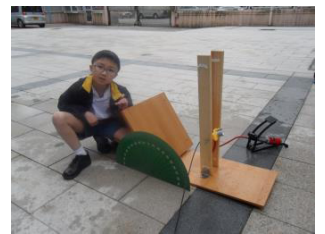
導流板呈15度角



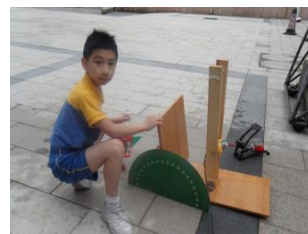
導流板呈30度角



導流板呈45度角



導流板呈60度角



導流板呈75度角



導流板呈90度角

測試結果

水火箭注入350mL的水，泵氣次數為15次及20次時的飛行距離

角度	不同泵氣次數下的飛行距離	
	15次	20次
15°	2.45m	17.2m
30°	3.5m	19m
45°	3.8m	12.62m
60°	12.86m	20.5m
75°	13.75m	17.6m
90°	13.56m	19.5m

注入不同容量清水的水火箭泵氣15次後的飛行距離

導流板角度	注入不同水量後的飛行距離		
	350mL	450mL	550mL
15°	2.45m	4.8m	3m
30°	3.5m	4.3m	3m
45°	3.8m	3.52m	2.42m
60°	12.86m	4.97m	2.78m
75°	13.75m	13.75m	2.91m
90°	13.56m	15.5m	2.37m

總結

1. 根據測試結果，我們發現當注入350mL水，把導流板發射架設置成75°能把水火箭送得最遠，而把導流板發射架設置成15°時則飛得最近。
2. 當我們把550mL的水注入水火箭後，所發射的水火箭都只是飛了兩三米後便着地。而注入了350mL水的水火箭能飛到較遠的距離，因此我們觀察到較輕的水火箭的飛行距離較為長。
3. 當我們為同樣注入了350mL的水火箭泵上不同次數的空氣後，我們發現泵了較多空氣的水火箭能飛到較長的距離，因此我們觀察到水火箭本身儲存的能量數量，會直接影響到它可持續飛行的距離。

建議

從我們的測試所得，若要將導流板起飛裝置運用到機場時，須注意以下四點：

1. 這裝置用於小型飛機的起飛較為適合，因為飛機的重量需要輕一點，而巨型民航客機並不適合使用。
2. 飛機的引擎需要有較大的動力，為了提高動力可能會耗用較多的能源，但另一方面卻能夠縮短了整條跑道的長度，兩者之間要有取捨。
3. 導流板起飛裝置的設計適用於引擎設在機尾位置的飛機，這樣能夠產生最大的反作用力，把飛機推向前方。
4. 若陸上導流板起飛裝置能配合彈射裝置一起使用，效果會更好。

困難

1. 在測試過程中，測試的結果容易受當天的天氣影響，有時候突如其來的風會影響水火箭的飛行路線或狀況，造成誤差。
2. 由於測試項目有一定的危險性，所以須待校內活動結束，同學們都離開了校舍後才可進行測試。

感想

劉柏希同學

我非常感謝老師給我機會參加「常識百搭」活動，使我能增廣見聞，學習科學知識。我希望老師下次可再給予我一些機會，去參加這類型的活動，讓我學會更多知識。

陳玥同學

我覺得很开心，因為可以參加「常識百搭」活動。預備參賽期間，我學會了很多知識，如：什麼是整流板、作用力與反作用力、水火箭製作.....在活動中，我更學會了與組員團結合作，完成任務。

曾昭裕同學

我感到十分高興，因為這是我第一次跟同學一起做科學測試報告。我們一起分工合作，做好自己的崗位，完成報告。我很感謝老師給我機會，讓我可以參加這次的活動，令我獲益良多。

鳴謝

感謝何基泰老師為我們製作了一個發射架，並感謝姚詠詩老師在我們做測試期間指導我們。

小貼士



探究意念新穎，同學們亦能設置有效的測試範圍。但應解釋飛機與水火箭的飛行原理有什麼共通點，討論探究結果如何應用在飛機上，增加其參考性。

有營塑膠



學校：筲箕灣崇真學校

組員：林子凝同學、陳子恆同學、鄭展希同學、黃文溥同學、劉美詩同學、陳藹蕎同學

老師：蘇詠欣老師、何漢生老師

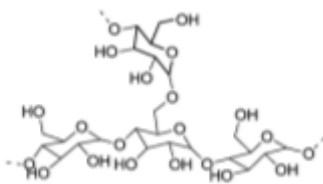
探究目的

根據香港國際機場的報告，香港國際機場在2015年首10個月的客運量為5690萬人次。現今航空往來頻繁，每天在飛機餐飲方面製造了不少廚餘和廢棄塑膠器皿和餐具。廚餘是有機廢物，把廚餘棄置在堆填區會產生大量溫室氣體如甲烷，嚴重影響生態環境。我們希望把含豐富澱粉質的廚餘，如馬鈴薯，來轉化為可分解的環保塑膠，既可減少廚餘的棄置量，又可解決耗用石油資源及塑膠不能分解的問題，達致綠色飛行的概念。

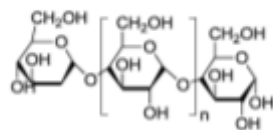
科學原理及概念

澱粉是一種多醣類物質。製造澱粉是所有綠色植物貯存能量的一種方式。它也是人類飲食中最常見的，當中碳水化合物、白米、馬鈴薯、小麥及玉米等主食中就含有大量的澱粉。

澱粉是由葡萄糖分子的長鏈連接在一起的。澱粉的分子可分為直鏈澱粉（糖澱粉）和支鏈澱粉（膠澱粉），一般含有20-25%直鏈澱粉和75-80%支鏈澱粉。支鏈澱粉的結構能阻止直鏈澱粉緊密整齊的排列，形成類似塑膠的聚合物。當澱粉與酸混合時會產生化學作用，使支鏈澱粉受破壞，直鏈澱粉可緊密整齊排列，形成類似塑膠的聚合物。



支鏈澱粉



直鏈澱粉

甘油是無色無臭有甜味的黏性液體，是食品添加劑，它會在澱粉與酸形成的聚合物中，增加分子與分子之間的空間，令聚合物的排列得較鬆動，使形成的塑膠更柔軟和富彈性。

假設

利用自製的薯粉和粟粉製成的環保塑膠可以代替真實塑膠。

探究過程、測試及結果

從食物（馬鈴薯）中提取澱粉質

把馬鈴薯刨成碎粒，加水攪拌，用篩隔走馬鈴薯碎粒，拿取汁液。



待10分鐘後，白色澱粉會沉澱在器皿底部，把上層的液體倒去，注入清水，重覆以上步驟兩次，收集澱粉混合物。



把澱粉混合物倒在盤中，待3-4天當中的水分蒸發後，把乾的薯粉收集。



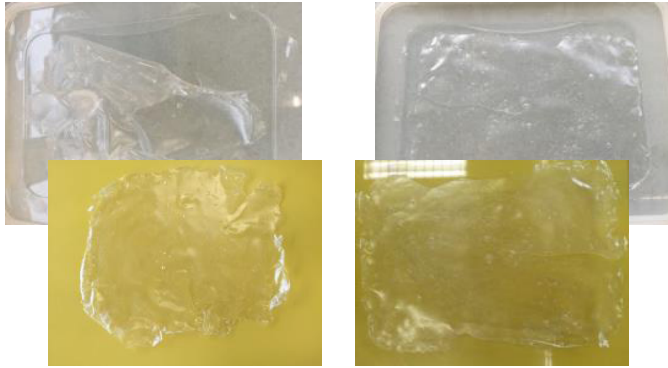
與酸（白醋）的化學作用

把澱粉加入白醋和甘油，加熱並不停攪伴，直至混合物變得稠化成凝膠狀，然後把凝膠狀的混合物均勻倒在膠板或模具上，放在乾爽的地方4-5天待凝膠狀的混合物變乾和變硬，成環保塑膠器皿。

自製薯粉

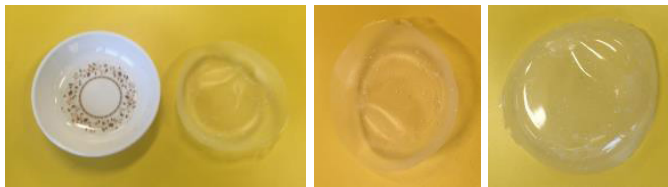
樣本	薯粉	米醋	甘油	水
薯粉1	20g	12mL	0mL	108mL
薯粉2	20g	12mL	4mL	104mL

*為4份的份量(1份量為4g薯粉、3mL米醋、1mL甘油、26mL水)



樣本: 薯粉1

樣本: 薯粉2



樣本: 薯粉1 在模具 (中間為正面, 右圖為底部)

市面購買的粟粉

樣本	粟粉	米醋	甘油	水
粟粉1	40g	30mL	0mL	270mL
粟粉2	40g	30mmL	10mL	260mL

*為10份的份量 (1份量為4g薯粉、3mL米醋、1mL甘油、26mL水)



樣本: 粟粉1



樣本: 粟粉2



樣本: 粟粉1在模具

(由粟粉造的混合物塗得較厚, 而粟粉造的膠質地較硬, 在過程中裂開成碎塊)



物料特性測試

負重測試

因樣本 (薯粉1) 能成功造出一個器皿, 可應用在飛機餐中甜品和水果的膠盒或膠蓋, 所以我們把四個不同的樣本 (薯粉1、薯粉2、粟粉1、粟粉2) 及市面的即棄水果盤進行重力測試。把物料放在量杯上, 用膠紙黏合, 然後在物料的中心加入法碼, 量度多少重量令各物料變形或破爛。

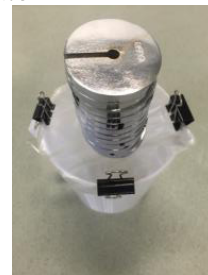


圖1.1



圖1.2



圖1.3

圖1.1 粟粉2的負重測試

圖1.2 薯粉2的負重測試, 物料破爛

圖1.3 即棄水果盤的負重測試

	粟粉1	粟粉2	薯粉1	薯粉2	即棄水果盤
法碼重量 (g)	800	*1500	*1500	900	*1500

*物料能維持限時10分鐘

從以上的負重測試, 粟粉2和薯粉1都能承載1.5kg重量, 足以可用來做飛機餐中的水果和甜品的膠盒, 但粟粉1不能承載多於800g的重量, 因造出來的物料硬但過於脆, 所以在量杯邊的夾子位置開始破爛, 未能真實反映它的負重能力。比較薯粉1和薯粉2的負重量, 加了甘油後會令物料變軟, 負重能力減低。

拉力測試

因樣本（薯粉2和粟粉2）可應用在食物和餐具的包裝，所以我們把四個不同的樣本（薯粉1、薯粉2、粟粉1、粟粉2）進行拉力測試。把物料剪成長條，用棉繩把物料的上端繫在支架上，再在物料的另一端用棉繩繫在膠桶的柄上，在膠桶放上豆袋，直至物料斷裂，量度膠桶和豆袋的總重量。



圖2.1 粟粉1的拉力測試



圖2.2 薯粉2的拉力測試

	粟粉1	粟粉2	薯粉1	薯粉2
膠桶及豆袋重量(g)	1066	648	601	*139

*薯粉2的物料因太快斷裂，再用多一個樣本作測試，用每個重100g的法碼作重量，在300g的重量時斷裂。

從以上的拉力測試，比較粟粉1和粟粉2，及比較薯粉1和薯粉2，可顯示添加甘油後，物料的拉力減低。

對空氣的滲透性

因樣本（薯粉2和粟粉2）質地富彈性，預期可應用在食物的包裝上，但要測試其保鮮效果，所以我們把四個不同的樣本（薯粉1、薯粉2、粟粉1、粟粉2）及市面一般的保鮮紙進行空氣滲透性測試。把切開的蘋果片放在杯中，在杯上覆蓋着不同物料，並加上一個不包裝作對照測試，再觀察蘋果片經氧化變成啡色的程度。

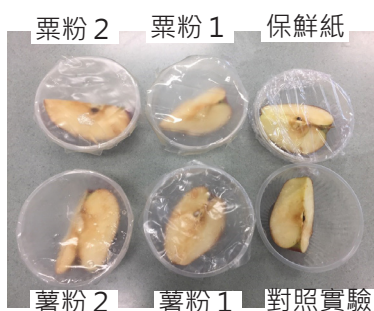


圖3.1 蘋果片在不同物料包裝下的氧化過程(0分鐘)

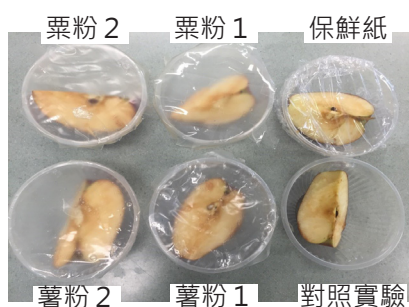


圖3.2 蘋果片在不同物料包裝下的氧化過程(10分鐘)

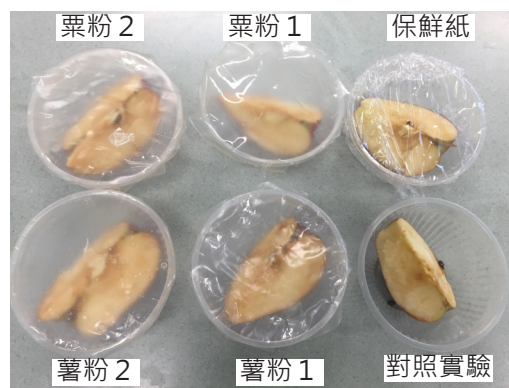


圖3.3 蘋果片在不同物料包裝下的氧化過程(30分鐘)

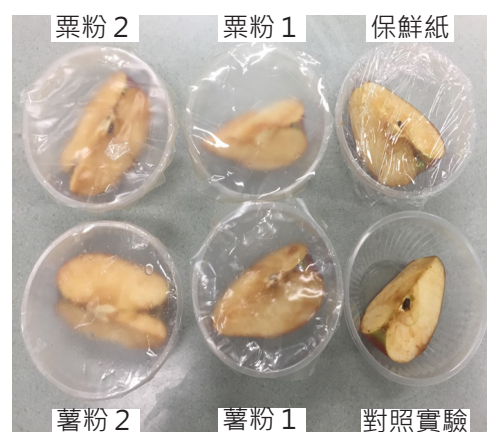


圖3.4 蘋果片在不同物料包裝下的氧化過程(90分鐘)

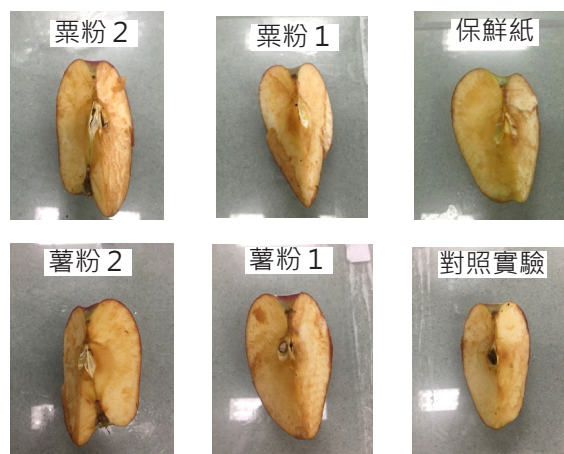


圖3.5 蘋果片在不同物料包裝下的氧化過程(6小時)

分鐘	粟粉1	粟粉2	薯粉1	薯粉2	保鮮紙	對照測試
0	/	/	/	/	/	/
10	+	++	++	++	+	+
30	+	++	++	++	+	+
90	++	+++	+++	+++	++	++
360	++++	++++	++++	++++	++	++

“+” 為果肉變啡的程度
“++++” 為最高，“+” 為最低

在以上對空氣滲透性的測試，比較四種不同物料及保鮮紙對阻隔空氣滲透入內的能力，在10至90分鐘，保鮮紙最理想，其次是粟粉1。但在6小時，粟粉1、粟粉2、薯粉1及薯粉2的蘋果片已變得很啡，而在保鮮紙包裝中的蘋果片變啡程度仍較低。但在以上的測試中，存有限制，因在器皿中原本便存有空氣，而那些空氣會令蘋果氧化，所以與對照測試（沒有任何物料覆蓋）中的蘋果片沒有顯著分別，另一方面，氧化程度可因不同的蘋果有異，引致對照測試的蘋果片與保鮮紙包裝中的蘋果片氧化程度相若。

對水的滲透性

因樣本（薯粉2和粟粉2）質地富彈性，預期可應用在食物的包裝上，但要先測試保存水分的能力，所以我們把四個不同的樣本（薯粉1、薯粉2、粟粉1、粟粉2）及市面一般的保鮮紙進行水滲透性的測試，把20g的水倒入培養皿，在培養皿上包着不同物料，並加上一個不包裝作對照測試，經14小時後，再量度在培養皿內水的容量。

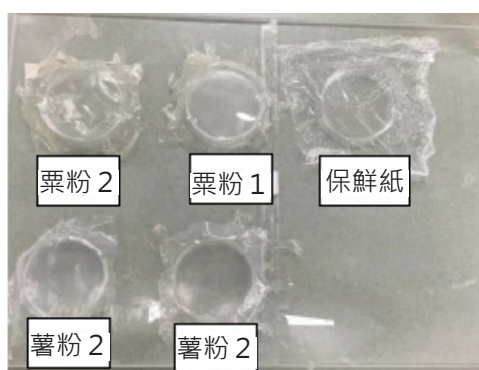


圖4.1 水在不同物料包裝下的蒸發程度

	粟粉 1	粟粉 2	薯粉 1	薯粉 2	保鮮紙	對照測試
開始時培養皿內的水 (g)	20	20	20	20	20	20
14小時後培養皿內的水 (g)	18	17	19	16	20	16

在以上對水滲透性的測試，比較四種不同物料及保鮮紙對阻隔水蒸發的程度，保鮮紙的保存水分能力最高，其次是薯粉1和粟粉1。從測試結果得出添加了甘油會降低物料保存水分的能力。

耐熱程度和水溶性

(a)把70°C的白飯放在物料上，待10分鐘後，觀察物料質地的變化。



圖5.1



圖5.2

圖5.1 70°C的白飯放在粟粉1和粟粉2物料上（0分鐘）
圖5.2 70°C的白飯放在粟粉1和粟粉2物料上（10分鐘後）

從以上測試，四款的物料遇高溫都變軟。

(b)把物料放進室溫的水中，待一星期後，觀察物料會否溶解。



圖5.3



圖5.4

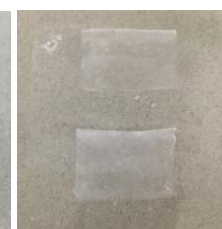


圖5.5

圖5.3 粟粉1和粟粉2物料放進室溫的水中（開始）
圖5.4及5.5 粟粉1和粟粉2物料放進室溫中的水一星期後的情況

從以上測試，四款物料放進溫室的水中一星期後，物料變軟及變薄，顏色由透明變成白色。

(c)把物料放進90°C的熱水中，待10分鐘後，再觀察物料會否溶解。



圖5.6



圖5.7



圖5.8

圖5.6及5.7 粟粉1物料放進90°C的熱水中（開始）
圖5.8 粟粉1物料放進90°C的熱水中（10分鐘後）的情況

從以上測試可觀察到，四款物料在90°C的熱水中，待10分鐘後全都變軟，由透明轉為白色，並裂開變成碎塊。



討論

比較沒有添加甘油與添加甘油的物料

用粟粉或薯粉所造出的環保塑膠中，沒有添加甘油的（粟粉1和薯粉1）質地較硬但脆，添加甘油的（粟粉2和薯粉2）質地較柔軟。沒有添加甘油的物料的負重能力和拉力比添加甘油的高，也較能阻止空氣滲透和保存水分。但沒有添加甘油的物料容易破裂且不能捲曲，加了甘油造成的物料則可以捲曲，這特性可以應用在其他方面上。

比較原材料：粟粉和薯粉

粟粉所造出的環保塑膠的負重能力和拉力較薯粉的高，也較能阻止空氣滲透和保存水分。在製作過程中，每份所用的粟粉和薯粉的重量(4g)相同，但我們所採用的粟粉是由工業提取，品質比較純正；而薯粉是我們親自由馬鈴薯中提取的，應會有較多雜質，因而在薯粉的樣本中，澱粉的濃度可能較粟粉的樣本為低，所以引致在特性上有差異。

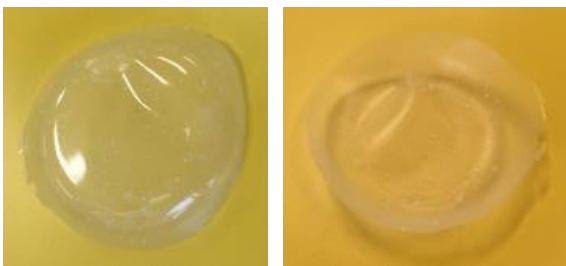
比較環保塑膠及真實的塑膠

由粟粉或薯粉製作的環保塑膠雖在負重能力、阻止空氣滲透和保存水分的能力較真實的塑膠為低，而且也不耐熱。但環保塑膠放進熱水中，能夠在短時間內變軟和薄，及分裂成碎塊，有部分更已溶解到水中，而真實的塑膠不能分解。

應用

飛機餐中的甜品和盛水果的器皿

雖然用模具製作器皿時仍遇到不少問題，例如：因未乾時混合物是半液體，塗在較深的器皿中，混合物大多滑到底部，造成厚度不平均的問題，在乾的過程中，過厚的地方會裂開，過薄的地方會穿洞。但我們成功製作了由兩個用薯粉造的器皿，而且符合負重能力測試，足以製作成飛機餐中的甜品和盛水果的器皿，建議之後可嘗試製作飛機餐的飯盒、餐盤和杯。



食物/餐具包裝袋

由粟粉和甘油製作的環保塑膠有一定的拉力，可用來製作食物的包裝袋，但食物保鮮程度仍存有改善空間，現階段只可用來製作餐具的包裝袋，相反對空氣和水的滲透性高的物料也可應用在其他用途上，如作傷口敷料。



減低飛機餐飲業廚餘及塑膠廢料的棄置量

因環保塑膠是由食物中提取澱粉，再加醋而產生，若廚餘有適當的分類，可以利用廚餘作環保塑膠的原材料，便能減低每天廚餘的棄置量。真實的塑膠並不能分解，而環保塑膠則可水溶分解，能解決塑膠廢料棄置時所造成的環境問題。

減低飛機內的佔用空間及負荷

因環保塑膠能水溶分解，可減低用餐後棄置塑膠廢料佔用了機艙的空間，那些廢水若有適當的處理方式，可以排放在空中，減低飛機的負荷，節省飛機燃油，對長途飛行尤其重要。

製作環保塑膠的限制和改善

1. 從馬鈴薯中提取澱粉的產量不高，建議要用機器去攪碎馬鈴薯來提高澱粉的產量。
2. 在收集回來的廚餘，較難單一去收集馬鈴薯，建議做好廚餘分類，並要再研發從白飯、粟米等其他含高澱粉的食物中提取澱粉的方法。
3. 由於研發出來的塑膠是溶於水，因而不能作盛載液體的器皿，建議要加上一些物質使環保塑膠不會溶於水，但又可在分解過程中抽走該物質，使它在棄置中作水溶分解。

總結

由粟粉和薯粉製作出來的環保塑膠有一定程度的負重能力和拉力，可作飛機餐的器皿、食物及餐具的包裝袋。環保塑膠的特性雖不及真實塑膠，但它的原材料是含澱粉的食物，生產環保塑膠能減低飛機餐飲業每天廚餘的棄置量。而且環保塑膠可以作水溶分解，能解決塑膠不能分解所造成的環境問題，並減低飛機內的佔用空間及負荷，減少燃油消耗，達致「綠色飛行」。

感想

在整個探究測試中，我們學到奇妙的化學作用：澱粉怎樣形成膠狀。在過程中，我們不但學到關於化學的知識，更能親手去製作環保塑膠，十分有趣。

在研發的過程中，我們經歷了很多次的失敗，混合物待乾的過程中遇到很多困難，例如把混合物塗在牛油紙上會黏着、塗在鐵盤中又使其生鏽等等。但我們沒有放棄，繼續努力嘗試，最終也成功了。同時，我們也明白團結的重要性及提高了環保意識。



小貼士

欣賞同學嘗試運用日常生活物料(如馬鈴薯)中抽取出澱粉質，並製成能自然融合的器皿，製作精美，值得嘉許。但需留意由廚餘製成的食物器皿可能會衍生衛生問題。此外，如能加入參考資料報告會更完整。測試中見細微思量。



The Green Airport



School: Diocesan Boys' School Primary Division

Members: Lin Yuet Ming, Feng Xin Hai, Tan Andreas Joseph, Ho Jason, Choi Ping Hei, Fan Alexander Justin

Teachers: Miss Ng Yee Yan, Miss Yuen Man Chi



Introduction

Hong Kong is a well-developed city, and each day people in Hong Kong use millions volts of electricity. In the past few years, many great discoveries in science have motivated the human race to enter a new stage of electrical usage --- the conservation of electricity. Thus, the term 'Green Architecture' has been widely used.

According to energy collective, solar energy is one of the safest and most efficient electricity generation methods. If we can make good use of solar power, we can help reduce the usage of electricity in green architecture.

In order to reduce the usage of electricity, we can start from one of the most visited architectures in Hong Kong, the Hong Kong International Airport. In the Hong Kong International Airport, it used more than 240 million kWh of electricity per year from year 2010 - 2014. According to the report by the Airport Authority; more than 10% of the total energy consumption was used for lighting facilities in the airport. If we can use solar energy to generate part of the electricity for the lighting facilities, more energy can be saved and it can help develop a greener future for Hong Kong.

Our group's idea is to place self-rotating solar panels on the top of the airport building to redeem electricity in the Hong Kong International Airport.

Science Theory

According to the Union of Concerned Scientists, solar energy is so astonishingly efficient that just barely 18 days of direct sunlight contains the same amount of energy of all the Earth's fossil fuels combined!

We can use solar photovoltaic panels (SPV) to convert light energy into electrical energy for everyday use instead of using limited natural fossil fuels that weaken and pollute our Earth. Solar modules use photons from the sun to generate electricity through the photovoltaic effect. Most modules use crystalline silicon cells or thin cells based on cadmium telluride or silicon. The module can either be the top layer or the back layer. Cells must also be protected from mechanical damage and excess moisture. Most solar modules are rigid, but semi-flexible ones are available.

Experiment

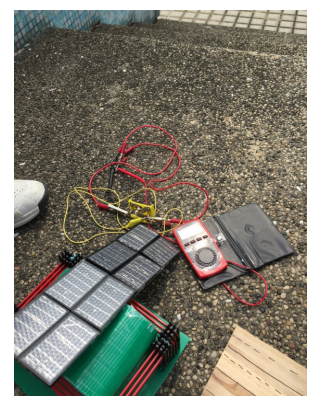
Based on the science theory stated above, our group decided to install solar panels in the existing airport building. In order to maximize the efficiency of the solar panel, we need to find the between angle between the solar panel and the sea level which can generate the largest amount of electricity.

Objective

To find the relationship between angle of the solar panel and the amount of electricity generated.

Materials

1. 8 x 1.5V solar panels
2. Voltage meter
3. Wires
4. 3V light bulb



Procedures

1. Connect the solar panel in a series circuit as shown below.
2. Place the solar panel on the ground for a minute.
3. Take the reading from the voltage meter.
4. Repeat step 1 to 3 with different angle between the solar panel and the sea level.
5. Repeat step 1 to 5 at the afternoon.
6. Count the time spend with the maximum voltage generated at noon.

Result

The relationship between the solar panel angle and the amount of electricity generated

Angle between the solar panel and the sea level	Voltage (V)
0°	0.134
20°	2.001
25°	2.3
30°	1.879
35°	1.582
40°	1.161
50°	1.7
60°	1.589
80°	0.9

The relationship between the solar panel angle and the amount of electricity generated at full sunlight (at noon time)

Angle	Voltage (V)	Time sustained
0°	~3	60s
10°	~4	2s
20°	overloaded	~3s
30°	~3	2s

Interpretation

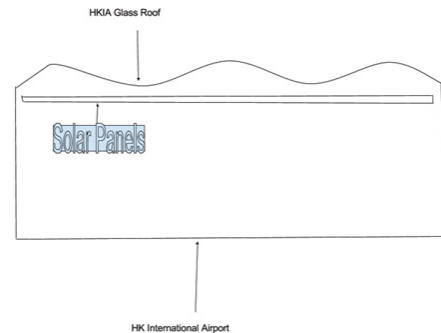
According to the result, we found that the solar panel generated the increasing amount of electricity with the angle increasing from 0° to 25°. Decreasing amount of electricity was generated with the angle decreasing from 30° to 80°.

Conclusion

The solar panel generated the greatest amount of electricity with the angle of 25°.

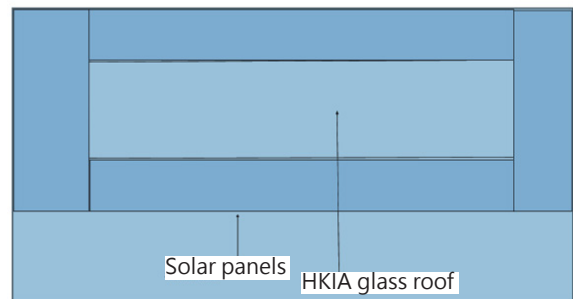
Our design

Based on the conclusion of the experiments that we conducted, our group decided to install solar panels on the rooftop of the airport building. The following diagrams shows the design of the building:

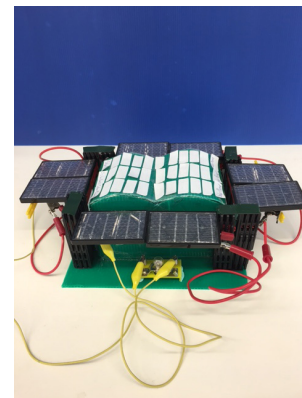


The solar panels can be placed at the sides of HKIA.

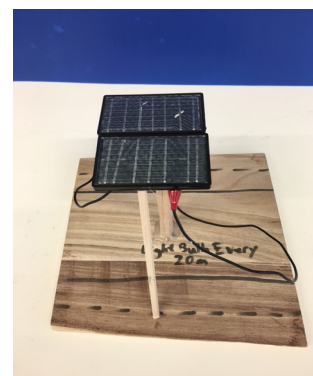
The roof of HKIA



The following picture shows the model of the airport:



Besides, we also suggested to use solar powered lamp post to replace the existing street lights:



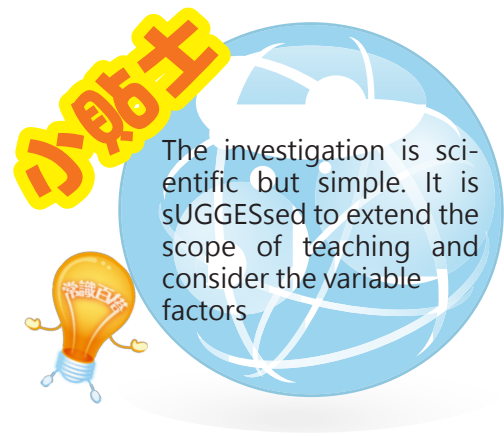
Solar Panels can be placed on the roof and sides of HKIA.

References

5 Reasons Why Solar Energy Projects are a Safe Investment. Retrieved on 1 May 2016, <http://www.theenergycollective.com/rosana-francescato/272021/5-reasons-why-solar-projects-are-safe-investment>

HKIA Electricity Consumption of AA' s facilities. Retrieved on 1 May 2016, <http://www.hongkongairport.com/eng/sustainability/environmental-management/energy.html>

How Solar Energy Works. Retrieved on 1 May 2016, http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-solar-energy-works.html#.VziHZ5F96Uk



能夠食用的飛機餐具



學校：慈雲山天主教小學

組員：盧芷昕同學、蔡博康同學、李嘉慧同學、吳芷妮同學、任澄同學、莫子盈同學

教師：李銘謙老師、黃家玲老師

探究目的

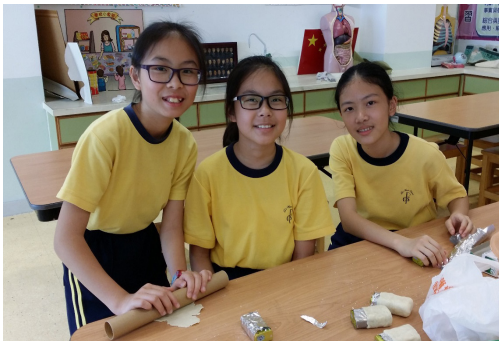
近年航空交通發達，載客量不斷增加。為了防止一些不法之徒使用飛機餐上的金屬或玻璃餐具襲擊他人，甚至是劫機。因此，航空公司嘗試改用塑膠制餐具，但卻產生大量廢物。有見及此，我們希望藉著這次機會，嘗試利用不同的可食用材料製造部分飛機上的餐具，探究其可行性。

在航空餐飲業中，食物安全是極度重要的。如果飛機上出現集體食物中毒，後果可大可小。例如一個從紐約飛往香港的16小時航班，中途通常包括兩餐飛機餐與一份小食。通常，第一份飛機餐會在起飛後一小時供應，如果該餐受到細菌污染，大部分乘客可能會在6-8小時內出現腸胃不適的症狀。這表示擠在飛機艙內的300-400名乘客，可能會陸續出現肚痛、嘔吐與腹瀉等症狀。在沒有即時救援及只有10多個洗手間的情況下，飛機上的乘客難以得到合適的醫療支援。

科學原理及概念

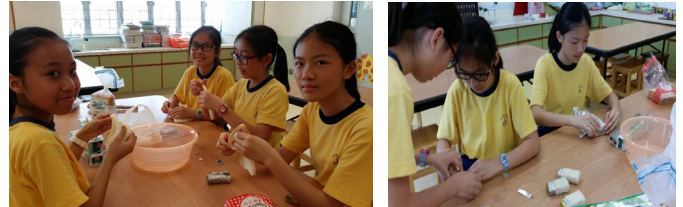
在日常生活中，有不少的食材可以經過處理後製作成食環保的綠色餐具。加上，部分的食材經高溫烤製後具有一定硬度及可以短暫防水，例如米紙。

測試以下不同食材的盛水能力，例如米紙、麵團等。找出一種能夠短時間盛載水的物料。



探究過程及測試

測試以下不同食材的盛水能力，例如米紙、麵團等。從而找出一種能夠短時間盛載水的物料。透過測試不同食材的堅硬程度，找出一種具有一定硬度的食材，造出既能盛水，也能擁有一定硬度的環保綠色水杯。



步驟一：選擇水杯材料

測試步驟

1. 先把不同的物料放入相同體積的模具中。
2. 利用夾子把待測物固定，然後利用滴管把5滴水滴到待測物上。
3. 細心觀察待測物的滲透情況，最後由多名組員經討論決定結果及研發潛力指數。

水杯材料	麪包	春卷皮	薄餅皮	米紙	南瓜
測試結果	水份滲透速度一般	水份滲透速度一般	水份滲透速度很高	防水能力良好	因容易變壞，所以放棄使用。
研發潛力指數 (5個👍最具潛力)	👍👍👍	👍👍👍	👍	👍👍👍 👍👍	食物安全問題，不被列入選擇中。



步驟二：不同物料水杯的塑型情況

測試步驟

1. 利用膠杯或鐵罐作為模具。
2. 把不同的材料固定在模具上，利用烤焗或風乾的方法把材料的水份抽乾，進行塑型。

水杯材料	麪包	春卷皮	薄餅皮	米紙
塑型情況	材料具彈性，容易製造出水杯形狀。	材料易碎，很難塑型，未能製造出水杯形狀。	材料易碎，很難塑型，未能製造出水杯形狀。	材料具彈性，容易製造出水杯形狀。
研發潛力指數 (5個👉最具潛力)	👉👉👉	👉	👉	👉👉👉👉



步驟三：不同物料水杯載不同溶液的情況

測試步驟

1. 把酸性水、水、熱水及汽水分別加入到不同材料的水杯中。
2. 利用長時間拍攝的方法觀察水杯在不同時段的變化。

水杯材料：麪包

酸性水	水	熱水	汽水
✗	✗	✗	✗

小總結：由於麪包水杯經烤焗後，雖然杯身堅硬，也具有一定的吸水能力，可惜杯身出現很多裂痕，未能有效把水載在杯中，結果是失敗。

水杯材料：米紙

酸性水	水	熱水	汽水
✓	✓	✓	✓

小總結：經風乾後，米紙變得堅固，能夠呈現杯狀，加上米紙的吸水能力良好，在加入不同溶液的測驗，皆能在30分鐘內，保持不漏水及大致能夠保持原來杯形。



以米紙製作水杯的設計既實用又減廢，能容易實行在真實情況中。同學能從環境的角度思考減少三次污染的材料的使用，並運用了較規範的科學研究手段進行探索，值得鼓勵。

紙·想·飛



學校：元朗朗屏邨東莞學校

組員：李家滔同學、葉慧琳同學、余皓焱同學、梁詠淇同學、魯志衡同學、俞雯思同學

教師：葉美芳老師、陳子滔老師

研究目的

探討各種影響飛機飛行的因素與原理，並透過紙飛機進行測試，找出影響紙飛機飛行的因素。

飛機的飛行原理

作用於飛機的力

推力

使飛機前進，有些飛機是利用螺旋槳，而噴射飛機則是利用噴射引擎所產生的力。

阻力

飛機前進時，空氣對機身的阻力及摩擦力造成阻力，為了提升飛行效率，飛機在設計上應儘量接近流線型以減少不必要阻力的產生。但阻力也不全是負面的，像飛機要減速(升起機翼上的擾流板)、提供升力、穩定機身等，都需要利用阻力。

升力

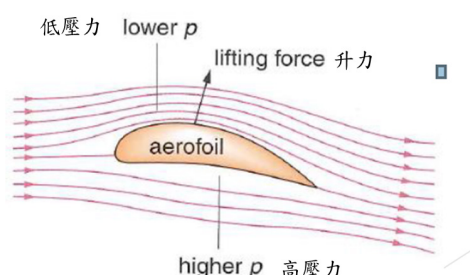
由於前進，在主翼上產生向上的力。

重力

飛機全體之重力。

柏努理定理

飛機主要是靠機翼對空氣取得升力，機翼斷面形狀有很多種，每種形狀適用於不同功用的飛機，飛機的機翼從斷面來看，通常上半部曲面及下半部曲面不一樣，上半部曲面弧長較長，空氣流經飛機機翼截面，因空氣流過機翼表面時被一分為二，經過機翼上面的空氣流速較快，因此壓力會變得比較低(柏努理定律)，而經過機翼下面的空氣流速較慢，壓力就會比較高(柏努理定律)，壓力高的地方會往壓力低的部分移動，這就是升力的由來。



測試設計

測試：紙質的重量對紙飛機飛行的遠近是否有影響？

測試材料

100gsm, 130gsm, 180gsm及250gsm的A4紙。

測試器材

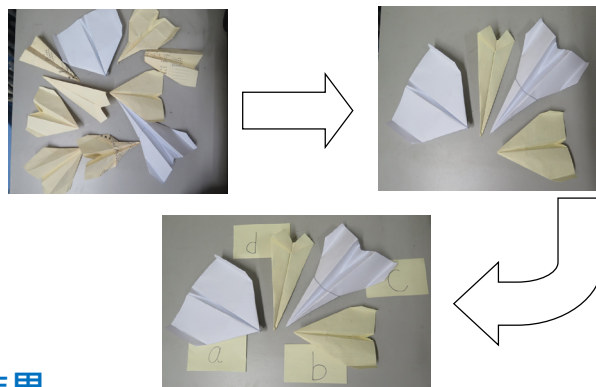
尺、發射台。

測試步驟

- 1) 分別以100gsm, 130gsm, 180gsm及250gsm的A4紙依選定的四款紙飛機摺法摺成相同的紙飛機。
- 2) 使用發射台發射紙飛機五次。
- 3) 量度發射台至紙飛機在地上停下(落點加滑行)位置的距離並作記錄。

我們的飛機

首先，我們從很多不同摺紙飛機中選出四個，然後替它們排好次序，方便我們測試。



結果

機款A	100gsm	130gsm	180gsm	250gsm
第一次飛行	132cm	188cm	37cm	99cm
第二次飛行	69cm	149cm	90cm	108cm
第三次飛行	72cm	65cm	66cm	116cm
第四次飛行	304cm	41cm	74cm	95cm
第五次飛行	82cm	101cm	68cm	94cm
平均值	131.8cm	108.8cm	67cm	102.4cm

機款B	100gsm	130gsm	180gsm	250gsm
第一次飛行	15cm	317cm	284cm	110cm
第二次飛行	269cm	325cm	264cm	109cm
第三次飛行	252cm	333cm	265cm	89cm
第四次飛行	167cm	311cm	292cm	83cm
第五次飛行	173cm	328cm	327cm	83cm
平均值	175.2cm	322.8cm	286.4cm	94.8cm

機款C	100gsm	130gsm	180gsm	250gsm
第一次飛行	73cm	164cm	495cm	365cm
第二次飛行	478cm	673cm	499cm	399cm
第三次飛行	362cm	775cm	519cm	347cm
第四次飛行	588cm	716cm	567cm	331cm
第五次飛行	541cm	498cm	471cm	377cm
平均值	408.4cm	565.2cm	510.2cm	363cm

機款D	100gsm	130gsm	180gsm	250gsm
第一次飛行	302cm	295cm	486cm	320cm
第二次飛行	266cm	286cm	461cm	345cm
第三次飛行	366cm	271cm	483cm	356cm
第四次飛行	293cm	296cm	433cm	360cm
第五次飛行	305cm	274cm	438cm	349cm
平均值	306.4cm	284.4cm	460.2cm	346cm

困難

在測試中，我們遇到了一個關於發射台的橡皮圈容易弄斷的問題，我們結果選用了全新較粗的橡皮圈。



我們還遇到關於紙飛機的摺法問題，我們每款飛機的摺法不同，而每個人摺飛機的紙質亦有所不同，所以我們要統一紙飛機的摺法，並用不同重量的紙進行測試；同時用相同重量的紙摺不同款的飛機進行測試。

分析

從測試結果中，我們發現用最輕的紙來摺的紙飛機並不是飛得最遠的，用最重的紙摺的紙飛機也不是飛得最遠的，反而用適中重量的紙摺出來的紙飛機飛得最遠。

我們又發現用同樣重量的紙摺出不同的紙飛機，機款C飛得最遠，因為它的重心比機款A和機款B後，而它的機翼比機款D較闊較長，所以能夠滑翔遠些和飛行時較穩定。

學習成果與檢討

在進行測試時，我們明白到如何準確量度，令結果更準確。此外，我還學到要細心量度和觀察。我們下次必定有信心準確量度。

經過這次測試後，我們認為能夠飛得遠的紙飛機需要較闊、重心較後、較流線型和對稱的機翼。

我們發現一架紙飛機最注重的是它的重心和機翼的闊度。發射台的角度和邊緣是否平滑也很重要。如果有更多的時間，每架飛機我們都會測試多5次，因為這樣我們就會得出更準確的數據。我們還想調節一下發射台的角度，因為不同的角度也可能影響紙飛機的飛行距離。最後，我們還想修正發射台的邊緣，因為如果它的邊緣不平滑就會卡着紙飛機，影響它的發射。

參考資料

小林昭夫 (2008)：《圖解飛機的構造》，台灣，世茂出版有限公司。

范范 (2011)：《摺紙飛機大全》，中國，武漢大學出版社。

鄒紀萬 (1990)：《科學勞作》，台灣，美勞教育出版有限公司。

Ken(2008)：《飛行的原理》，學科天地，檢自http://www.hkedcity.net/iworld/feature/view.phtml?iworld_id=38&feature_id=1765，瀏覽日期：2016-4-26。

知乎：《紙飛機飛行原理是怎樣的？》，檢自<https://www.zhihu.com/question/20378174>，瀏覽日期：2016-4-26。

維基百科，《白努利定律》，檢自<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%AF%E5%8A%AA%E5%88%A9%E5%AE%9A%E5%BE%8B>，瀏覽日期：2016-4-26。

淡江大學工學院航空太空工程學系，《航太系-為什麼飛機會飛》，檢自<http://www.aero.tku.edu.tw/6-1.html>，瀏覽日期：2016-4-26。



同學們從紙飛機製作中找出多項變數，重覆進行測試，以找出最佳的飛行效果。另外，自製的發射使測試更方便及客觀。

「油」「燃」自得



學校：陳瑞祺(喇沙)小學

組員：蔡俊熙同學、翟紫筠同學、鍾耀德同學、梁曦晴同學、黃惠同學

教師：黃志鴻老師

探究目的

為減低化石燃料的使用，多家航空公司已研發利用植物造成的生質燃料作為飛行燃料。生質燃料的主要原材料為植物油，可達至「碳中和」的概念，改善全球暖化的問題。我們將以植物油及食油等材料製作生質柴油，並測試這些生質柴油的燃燒效能。

科學原理及概念

生質柴油是利用大豆、油菜花、向日葵及棕櫚等植物油或者是用回收食用油為原料，製作方法是以植物油中佔主要成分的甘油三酯與醇在催化劑（催化劑為甲醇及氫氧化鈉）下進行酯交換反應，生成脂肪酸酯，再經過中和、水洗及蒸餾等淨化程序以製成。

「碳中和」的概念(Carbon Neutral)

製造生質燃料所使用的植物，生長時需吸收二氧化碳進行光合作用。燃燒生質燃料時，是將生長過程中所吸收的二氧化碳排放至大氣中。所以燃燒生質燃料時，二氧化碳的吸收與排放總量為零，即是造成暖化的二氧化碳並不會出現新的排放。就是因為這項優點，生質燃料被認為可替代化石燃料，有助紓緩地球暖化。至於這個測試中，主要選擇植物油來製作生質柴油。

探究過程

生質柴油製作過程

1. 將400mL的油(使用花生油、橄欖油、芥花籽油、粟米油及已使用的回鍋油五種)，加熱到60°C。
2. 將100mL的甲醇及3克的氫氧化鈉混合，再加入已加熱的油中，然後攪拌約30分鐘，顏色會漸漸變深，這時甘油三酯與醇進行酯交換反應，形成脂肪酸酯，攪拌後沉澱一個晚上。
3. 靜置後的油層分成兩層，上層為生質柴油粗油，下層為甘油，將甘油抽走。
4. 將500mL水加熱至約70°C，再加入油中攪拌約十分鐘。
5. 靜置半小時後，生質柴油的雜質會溶解在水中，抽出已過濾的生質柴油。
6. 打開瓶蓋，在通風位置擺放1星期，讓多餘的水分及酒精蒸發。

測試方法

取出50mL生質柴油，放入酒精燈中燃燒，將裝有50mL水的燒杯加熱，每5分鐘量度水溫，然後量度25分鐘，溫度較高則代表該款生質柴油效能相對較高。

對照測試

曾嘗試用未經加工的食油做相同的燃燒測試，結果未能成功燃燒。另外，採用酒精試紙測試生質柴油中的酒精含量，測試證明生質柴油當中沒有酒精成份。結果證明生質柴油的燃燒成份與殘餘的食油及酒精無關。

熱力學公式

$$E = MC\Delta T$$

E是生質柴油燃燒時的熱能

C是比熱容，即令1kg的能質上升1°C所需的能量，水的比熱容是4200J

M是水的重量，於室溫下50mL的水重量約為0.05kg

ΔT 是溫度差

再將量度燃燒測試中所用去的生質柴油容量，再計算出每1mL的生質柴油所發出的熱量。

每1mL的生質柴油所發出的熱量 = $E \div$ 用去的生質柴油容量

測試一

將製好的5種生質柴油、柴油及酒精作比較，結果如下：

分鐘	水總共上升的溫度 ΔT (°C)							
	生質柴油						化石柴油	酒精
	花生油	橄欖油	芥花籽油	粟米油	混合	回鍋油		
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	12	13	10	10	11	11	20	22
10	20	21	18	17	19	20	34	38
15	28	30	25	24	27	27	46	49
20	37	38	31	30	36	37	58	61
25	41	45	37	36	39	40	65	70

*混合為花生油、橄欖油、芥花籽油及粟米油各100mL製成

結果證明5種生質柴油中，以橄欖油製作的生質柴油燃燒效能最好，估計橄欖油於製作生質柴油時所產生的脂肪酸酯含量最高，但它的燃燒效能則不及化石柴油及酒精。測試亦證明了已使用的回鍋油也能製作出效能不俗的生質柴油。

測試二

量度燃燒測試中所用去的生質柴油容量，再計算出每1mL的生質柴油所發出的熱量。

	生質柴油						化石柴油	酒精
	花生油	橄欖油	芥花籽油	粟米油	混合	回鍋油		
總釋放熱能(J)	8610	9450	7770	7560	8190	8400	13650	14700
使用了的燃料(mL)	5	5	5	5	5	5	7	12
每1mL的燃油所發出的熱能(J)	1722	1890	1554	1512	1638	1680	1950	1225

測試誤差

燃燒測試中，部份熱能會散失到空氣當中，所以測試中量度到每1mL的生質柴油所發出的熱量會較真實的熱量低。

結果分析

雖然酒精於25分鐘內燃燒所釋出的熱能最高，但它所消耗的份量亦最多(12mL)，經計算後每1mL的酒精所發出的熱量比所有生質柴油低。各樣本中，以1mL化石柴油所發出的熱能最高，但每1mL以橄欖油製作的生質柴油樣本比化石柴油只是相差60J，證明化石柴油及生質柴油所能產生的熱能相約。

測試三

嘗試以不同比例的橄欖油、生質柴油與化石柴油混合，比較它們的燃燒效果。

分鐘	水總共上升的溫度 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$					
	化石柴油和橄欖油生質柴油的比例 (化石柴油 / 橄欖油生質柴油)					
	10比0	8比2	6比4	4比6	2比8	0比10
0mins	0	0	0	0	0	0
5mins	20	19	19	16	15	13
10mins	34	31	29	26	24	21
15mins	46	43	41	37	34	30
20mins	58	56	53	47	41	38
25mins	65	61	58	53	50	45

結果分析

結果顯示以8成化石柴油和2成橄欖油生質柴油的樣本燃燒效能與只用化石柴油接近，建議柴油使用者可以8比2的比例於化石柴油中加入生質柴油混合使用。

總結

這個測試是以植物油製造出不同的生質柴油，測試證明它們所含的熱能和化石柴油相若。建議柴油使用者可以8比2的比例於化石柴油加入生質柴油混合使用，既不會減低燃燒效能，同時亦具備環保的效果。此外，探究證明已使用的回鍋油也可製作出燃燒效能不俗的生質柴油，建議政府可以統一回收已使用的回鍋油，作為生質柴油的原材料。

雖然今次製作的生質柴油飛機並不適用，但它能夠直接在所有柴油發動機中使用，例如起重機、機場接駁巴士、旅遊巴等。其實已有多間歐洲航空公司，例如荷蘭皇家航空公司和芬蘭航空公司成功以植物製成的燃料進行試飛。希望生物燃料可進一步普及化，幫助減少碳排放，達至更環保的效果。



籌委會成員

蘇詠梅教授	香港教育大學
梁致輝博士	香港教育大學
殷慧兒小姐	香港教育大學
陳瑋純小姐	香港教育大學
黃耀華先生	香港科學館
彭翠虹小姐	香港科學館
梁見德先生	教育局
鍾浩邦先生	香港教育城
劉國良校長	香港行政長官卓越教學獎教師協會

展覽評判

馮玉生老師	中山市教育局教學研究室	林崇業先生	林氏基金
吳宇存先生	仁愛堂環保園塑膠資源再生中心	曹紹民先生	保良局顏實鈴書院
吳凱欣女士	仁愛堂環保園塑膠資源再生中心	陳偉倫老師	香海正覺蓮社佛教正覺中學
吳本韓博士	香港中文大學教育學院課程與教學學系	麥嘉慧博士	香港大學理學院
林漢明教授	香港中文大學生命科學學院	吳宛霖博士	香港大學理學院
劉煒堅博士	香港明愛教育服務部	許建忠先生	香港天文台
李揚津博士	香港教育大學科學與環境學系	梁健儀女士	香港行政長官卓越教學獎教師協會
萬志宏博士	香港教育大學課程與教學學系	張冬屏女士	香港行政長官卓越教學獎教師協會
宋燕捷博士	香港教育大學數學與資訊科技學系	洪婉玲女士	香港教育城
李志文先生	香港數理教育學會	劉智豪博士	香港數理教育學會
劉國良校長	香港數理教育學會、青年會書院	梁偉明先生	香港太空館
吳木嘉先生	教育局小學校本課程發展組	江雪儀女士	教育局小學校本課程發展組
卓玲玲女士	教育局課程發展處科學教育組	梁見德先生	教育局資優教育組
周嘉雯小姐	教育局課程發展處	周景怡老師	教育局資優教育組
李貝茜女士	教育局課程發展處幼稚園及小學組	余孟先生	資深教育工作者
梁劭勤女士	教育局課程發展處幼稚園及小學組	陳婉玲校長	聖公會聖士提反堂中學
連庭傑先生	教育局資訊科技教育組	周啟賢副校長	瑪利諾神父教會學校
黃國強老師	教育局資優教育組	馬學軍老師	廣州市教育研究院
陳英儂博士	環境保護署	邱榮光博士 太平紳士	環保協進會
鄭建德博士	匯基書院 (東九龍)	沈富明校長	靈糧堂秀德小學

甄選入圍評判

葉偉強先生	九龍工業學校	何家喜先生	聖公會鄧肇堅中學
陳偉倫先生	香海正覺蓮社佛教正覺中學	陳仲寧先生	聖公會基孝中學
黎永隆先生	香港教育城	陳家榮先生	聖公會李炳中學
劉嘉凱女士	荔景天主教中學	張志興先生	聖保羅男女中學
周景怡女士	教育局資優教育組	譚麗明女士	基督教聖約教會堅樂中學
梁見德先生	教育局資優教育組	郭展崇先生	崇真書院
曾天德先生	教育局資優教育組	吳華彪先生	張振興伉儷書院
黃國強先生	教育局資優教育組	黃敬樂女士	瑪利曼中學
何永傑先生	聖公會李炳中學		