

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

十套物理學習和教學 (L &T) 材料

(包括課程計畫、L &T 活動和使用 3 D 印刷技術製作零件/實驗裝置的操作說明,

如有必要,有中文和英文版本)

"使用 3D 印表機進行教學概念和物理實驗"

(課程代碼: EI0020170446)

1. 打開瓶蓋-力的轉動效果
2. 一種力的 "反圍攻" 機器轉動效應
3. 平衡瓶架-自由體圖
4. 船 - 重力中心
5. 右手握規則-EM
6. 弗萊明的左手規則和右手規則 (FBI) - EM
7. 直流電機 - EM
8. 鏡面支架 – 光學
9. 風力渦輪機 – 能源
10. 模型 -電磁波-波浪
11. 模型 - 靜止衛星 (地球靜止衛星) – 引力

1. 打開瓶蓋 – 力的轉動效果

活動名稱 打開瓶蓋 – 力的轉動效果

描述	設計了幾種開放瓶蓋的模型, 讓學生知道它是如何幫助打開瓶蓋, 如更長的句柄, 一對 (兩個相同大小的力量和相反的方向行動的物件)
目的	了解樞軸的距離如何影響轉彎效果
時間	30 分鐘
裝置 程式	一個瓶蓋, 彈簧平衡瓶, 3D 列印開瓶帽 (在處理器上, 有幾個孔可以掛鉤彈簧平衡). A 活動 1 1. 測量從 3D 打印的開瓶蓋裝置 (樞軸) 的處理器的內端到處理器上的孔的距離。 2. 學生需要連接彈簧平衡到不同的孔上的打開瓶蓋裝置的處理常式。 3. 學生需要對處理器施加垂直力並記錄彈簧平衡讀數。 4. 學生需要在表 1 記錄從樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (d) 和需要多大的力量, 可以打開瓶蓋。 5. 學生需要找出扭矩之間的關係 (τ) 和強制應用 ($F_{\perp}$)、扭矩 (τ) 和從樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (d). A 活動 2 1. 重複活動 1 實驗, 用固定從樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (d), 比方說 10cm。但是, 不同的角度的力量 (F) 應用和處理常式 (θ). 2. 學生需要記錄大的力量是需要的, 可以打開瓶蓋和力之間的角度值 (F) 應用和處理常式 (θ) 到表 2。 3. 學生需要找出的關係的角度 (θ) 轉矩 (τ), 強制應用 (F), a 從樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (d). A 活動 3 1. 使用另一 3D 列印開瓶帽設備與兩個處理器, 重複活動 1 實驗 2. 學生需要將彈簧平衡連接到打開瓶蓋裝置的處理器上的不同孔上。 3. 學生需要向處理常式應用垂直力, 並記錄一個彈簧平衡讀數。 4. 學生需要記錄從樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (d) 和需要多大的力量, 可以打開瓶蓋到表 3。 5. S 師生需要找出扭矩之間的關係 (τ) 和強制應用 ($F_{\perp}$)、扭矩 (τ) 和從樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (d). 6. S 師生還需要找出哪個型號的 3D 列印開瓶帽需要較少的力量打開瓶蓋。
線上資源 引用	https://www.thingiverse.com/thing:403031

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教



圖 1. 開瓶帽

表 1

由樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離(m)	彈簧平衡讀數 (N)

表 2

施加力 (f) 與處理程序之間的夾角 (θ)	彈簧平衡讀數 (N)

表 3

由樞軸到與彈簧平衡掛鉤的孔的距離 (m)	彈簧平衡讀數 (N)

2. 一種力的 "反圍攻" 機器轉動效應

活動名稱 一種力的 "反圍攻" 機器轉動效應

描述	使用“反攻擊”機器讓學生知道力量的轉動效果如何使“反攻擊”機器起作用。
目的	學生需要設計一個把物體扔到更遠的距離的"防圍攻" 機器,。
時間	30 分鐘
裝置	3D 列印不同"防圍攻" 機器的一部分,橡皮筋和橡膠作為一個物件。
程式	1. 學生需要構建一個 "防圍攻" (視頻參考:https://www.youtube.com/watch?v=DM6yuGjCH-o&feature=youtu.be) 2. 通過替換不同的長度杠杆構建 "反圍攻",學生需要記錄投影角度和橡膠的距離到表 4。 3. 學生需要使用彈丸相關方程式,解釋為什麼不同的杠杆將提供不同的投影。
線上資源	https://www.youtube.com/watch?v=DM6yuGjCH-o&feature=youtu.be
引用	https://www.thingiverse.com/thing:967437

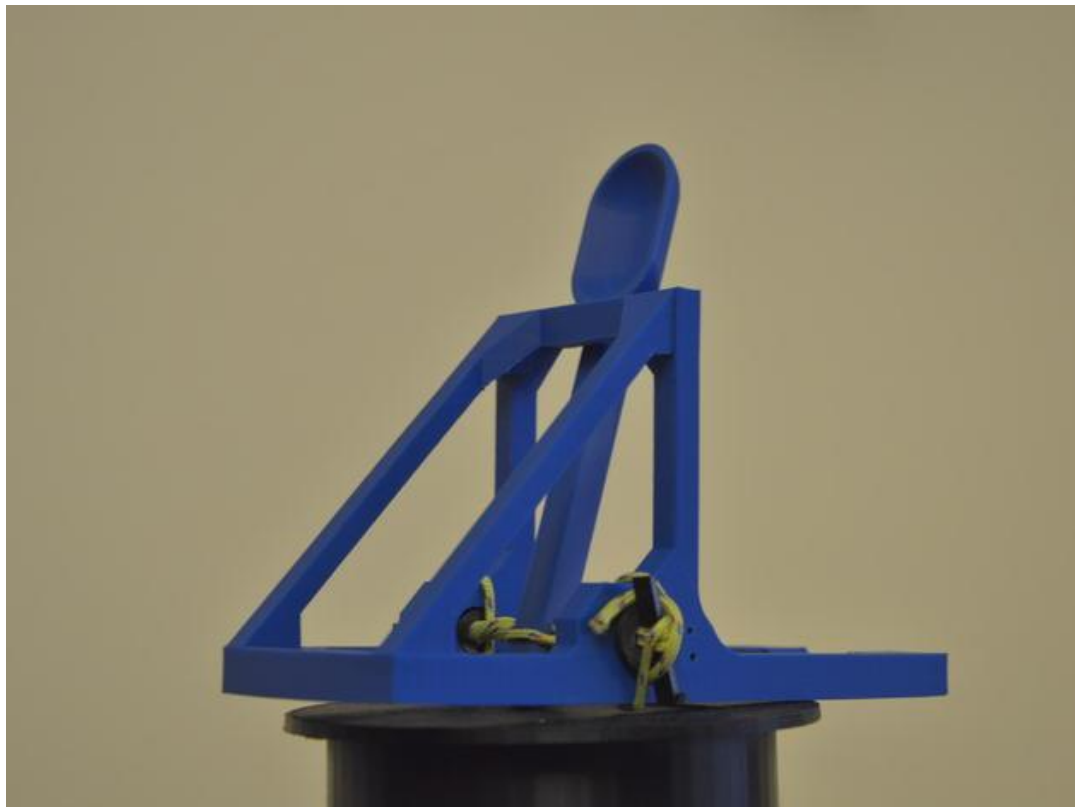
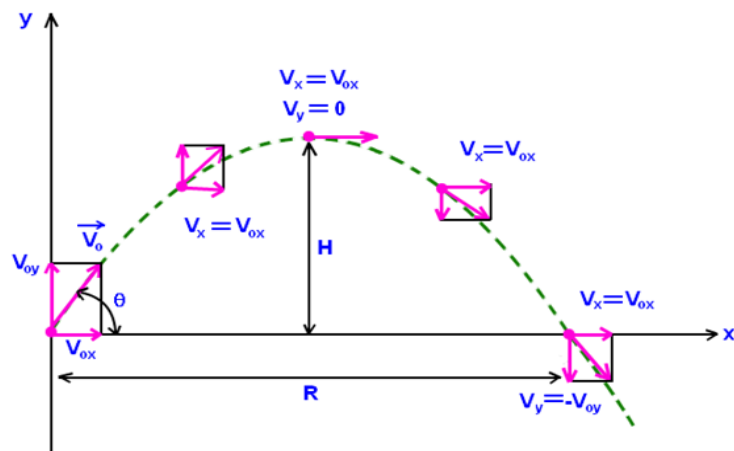


Figure 2.'防圍攻機

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教



$$\text{Time of flight, } t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$\text{Maximum height reached, } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

$$\text{Horizontal range, } R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

表 4

拉杆長度 m	投影角度 (θ)	投影距離 (m)

3. 平衡瓶架-自由車身圖

活動名稱 平衡瓶架-自由車身圖

描述	使用平衡樽架, 我們可以問學生它如何運作, 以及如何找到自由體圖 (整個系統, 平衡架本身和瓶子本身)
目的	學生需要通過使用自由體圖理解瓶架為什麼可以握住瓶子。
時間	10 分鐘
裝置	一個 3D 打印瓶架和一個小酒瓶。
程式	1. 把酒瓶放入瓶架中之前, 學生需要使用自由體圖來顯示為什麼瓶架本身不能站穩。 2. 學生需要把小酒瓶放進瓶子夾裡。 3. 學生需要使用自由車身圖 (瓶架, 小酒瓶和整個系統) 來顯示為什麼瓶架可以握住葡萄酒瓶和站穩。
線上資源引用	https://www.thingiverse.com/thing:146885

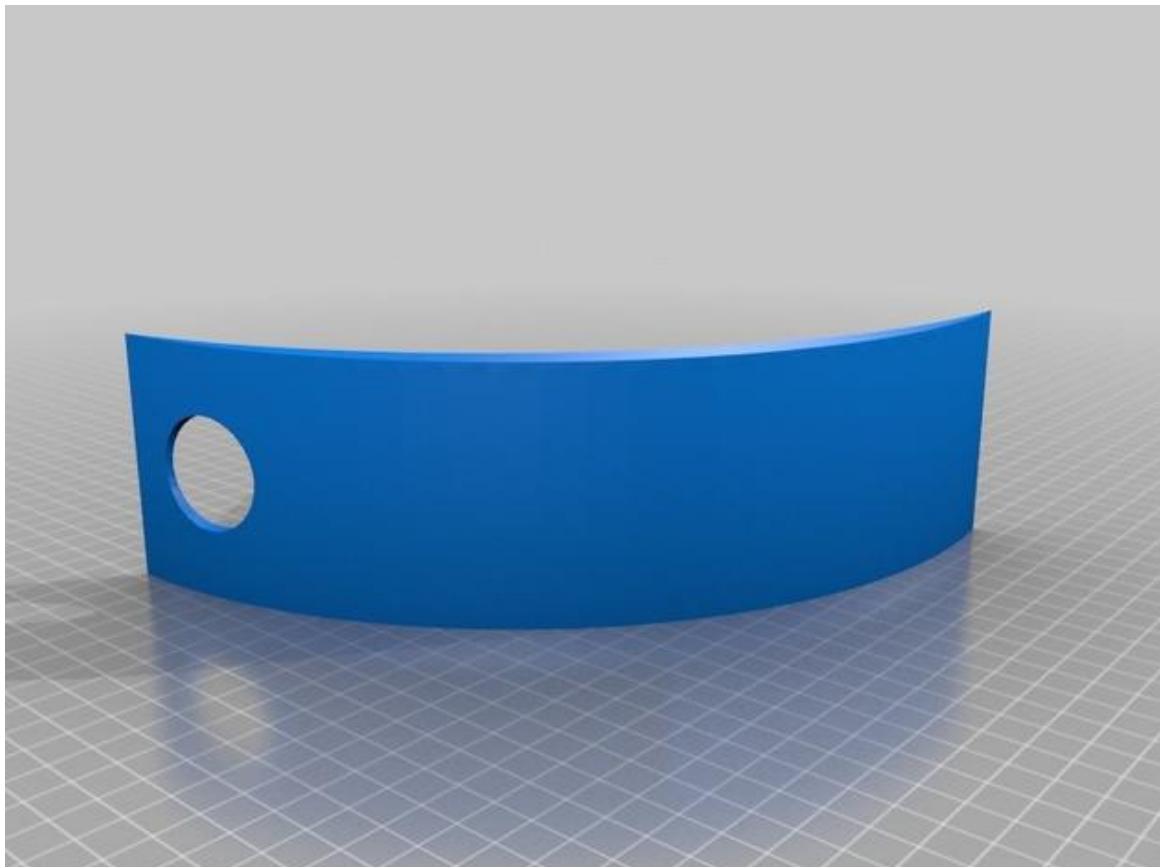


圖 3.瓶架

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教



Figure 4. 使用瓶架保持一個小酒瓶平衡

4. 船 - 重力中心

活動名稱 船 - 重力中心

描述	使用印製船展示基區和高度影響的效果 • 重心 • 力矩 • 樞軸點
目的	學生需要調查為什麼船有更高的 CG 將容易下沉
時間	20 分鐘
裝置	兩種不同的 3D 打印模型船，質量和水箱
程式	學生嘗試把負載增加到船上 (一個有較低的 CG, 另一個有高 CG), 直到其中一個下沉。 討論：案例研究: Sewol 的下沉 • 探討韓國郵輪世越號(Sewol) 2014 年 4 月沉沒案。 • 據調查, 郵輪沉沒, 因為其高重心. • 從打撈來的 Sewol 渡輪上發現的骨頭碎片, 個人財物 • https://www.youtube.com/watch?v=F0g-JCZNnsU • 當船急劇轉彎時, 產生了較大的仰角。 • 重心向樞軸點的位移創造了一個很大的時刻, 使船超越了臨界角。 濃縮內容:浮動與阿基米德原理 分組活動: 討論高重心船舶問題 • 一個 3D 列印的高重心和低重心船舶模型, 將用於說明基礎物理: • 牛頓 1 定律 (慣性)力矩、重心和切換條件等。 擴展學習活動 1/與 STEM 相關的活動: Make your Motor Boat (自製電子船) https://www.thingiverse.com/thing:320485 用於擴展學習的活動 2: 重心-平衡鳥 步驟 1: 向學生解釋活動 步驟 2: 將學生分成 2 組 步驟 3: 將平衡鳥類隨機分配給所有組 步驟 4: 允許學生進行實驗, 找出質量中心在哪裡/什麼位置放置鳥, 讓它旋轉而不脫落的接觸點 (即: 手指)

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

步驟 5: 學生將測試其特定的 3D 列印平衡鳥, 看看它是否能夠旋轉, 而不脫落的自轉軸

步驟 6: 討論重心與學生的概念, 從旋鳥實驗中權衡證據。

來源：<https://www.thingiverse.com/thing:1710099>

用於擴展學習的活動 3:

重力中心-其他物體

<https://www.thingiverse.com/thing:332676>

線上資源
引用

Make your Motor Boat (自製電子船)

<https://www.thingiverse.com/thing:320485>

Center of Mass Lesson - Balancing Bird 平衡鳥

<https://www.thingiverse.com/thing:1710099>

物理專案

<https://www.thingiverse.com/thing:332676>



Figure 5.平衡鳥

5. 右手握規則-EM

活動名稱 右手握規則-EM

在教學中 應用3D 印 刷的原因	有時, 學生可能並不真正理解右手握規則。我們想設計一個模型, 讓他們輕鬆地學習。學生有時混淆使用右手握規則的電磁線圈和直絲
描述	在開始此活動之前, 教師需要使用 3D 掃描軟體掃描人類右手 (圖 6)。 然後, 教師需要編輯可以提供以下 3D 物件的 3D 物件: ➤ 右手, 拇指 (代表電流) ➤ 四個手指 (代表為磁場) ➤ 拇指 (代表磁場) ➤ 四個手指 (代表電流)
目的 時間	學生需要找出電流 (I) 和磁場 (B) 的關係, 當電流通過導線/螺線管通過看到羅盤標誌。 20 分鐘
裝置	五不同的 3D 列印模型 (右手, 拇指 (代表為電流), 四個手指 (代表為磁場), 拇指 (代表為磁場), 四個手指 (代表電流), 螺線管, 電池, 導線, 小指南針並且磁性 (標籤北極和南極)。
程式	活動 1 (電流通過直導線) 1. 應用電流通過直導線, 如圖 7 所示。 2. 放幾個小羅盤繞著電線。 3. 觀察針方向 4. 學生需要使用 3D 列印模型將它們連接在一起, 以顯示磁場 (B) 和電流 (I) 之間的關係。 5. 相反電流方向並重複步驟 2-4。 A 活動 2 (電流通過線圈) 1. 將電流通過線圈, 如圖 8a 所示。 2. 放幾個小羅盤輪的線圈。 3. 通過觀察針的方向 4. 學生需要使用 3D 列印模型將它們連接在一起, 以顯示磁場 (B) 和電流 (I) 之間的關係。 5. 相反電流方向並重複步驟 2-4。 A 活動 3 (電流通過螺線管) 1. 將電流通過螺線管, 如圖 8b 所示。 2. 放幾個小羅盤輪的電磁。 3. 通過觀察針的方向 4. 學生需要使用 3D 列印模型將它們連接在一起, 以顯示磁場 (B) 和電流 (I) 之間的關係。 5. 相反電流方向並重複步驟 2-4。
線上資源 引用	http://www.excelatphysics.com/magnetic-effect-of-a-current.html

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

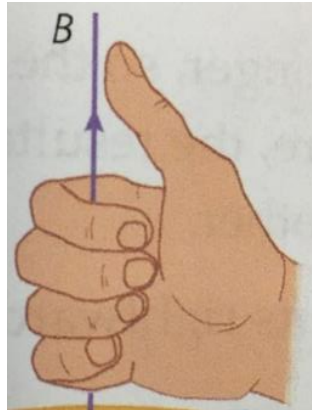


圖 6. 人右手圖

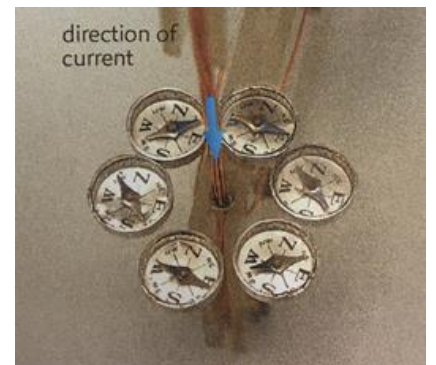
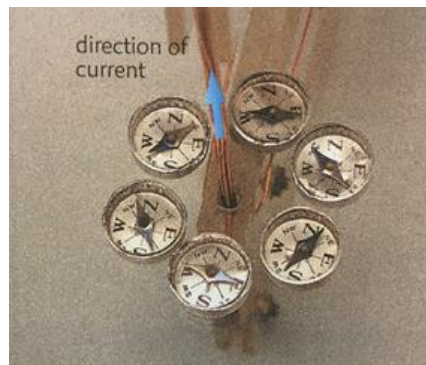
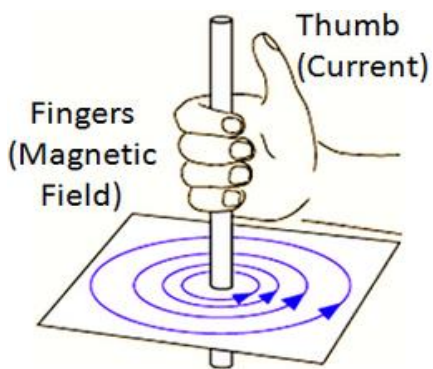


Figure 7.當電流通過直絲

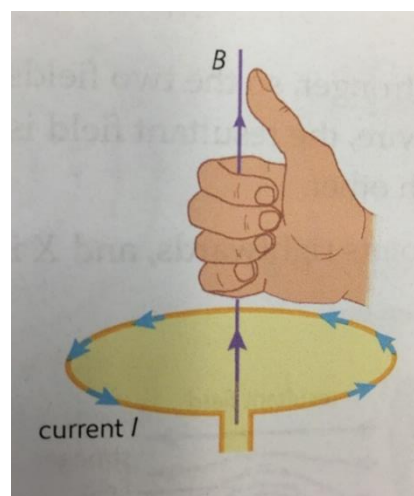


Figure 8a.當電流通過線圈線時

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

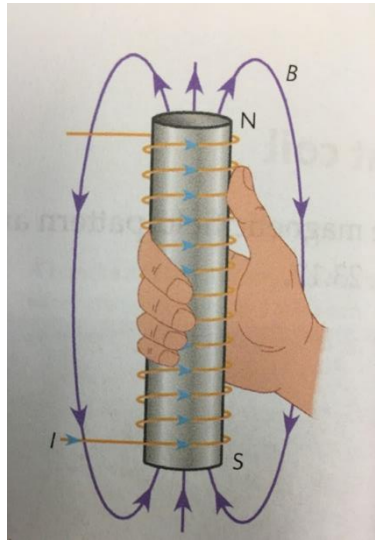


Figure 8b.當電流通過一個電磁

6. 弗萊明的左手規則和右手規則 (FBI)-EM

活動名稱 弗萊明的左手規則和右手規則 (FBI)-EM

在教學中 應用3D 印 刷的原因	有時, 學生可能不會真正理解, 也不是很好地使用他們的手指在弗萊明的左手規則和右手規則 (FBI)。我們想設計一個模型, 讓他們輕鬆地學習。他們有時不正確地移動他們的手指。
描述	在開始此活動之前, 教師需要提供以下 3D 物件 (圖 9a): ➤ 帶 "電流" 符號的箭頭 ➤ 帶 "B-field" 符號的箭頭 ➤ 帶有 "Force 力制" 符號的箭頭 ➤ 可以插入以上箭頭的立方體 3D 物件可以形成弗萊明的左手規則和右手規則模型(圖 9b 和 9c)
目的	學生需要找出力 (F), 磁場 (B) 和電流 (I) 的關係, 當電流投入到磁性與電流通過導線。
時間	20 分鐘
裝置	四個不同的 3D 列印模型 (平台, 力量 (F) 箭頭, 磁場 (B) 箭頭和電流(I) 箭頭), 銅線, 電池, 導線並且磁性 (與標籤南北極)。
程式	活動 1 (弗萊明的左手規則) 1. 在一條銅軌上放一個導電的騎手。在金屬騎手上應用磁場如圖 10 所示。 2. 通過鐵軌發送一個小電流通過騎手。觀察騎手的下場。 3. 使用所提供的 3D 模型將電流、B 欄位和力方向插入到立方體上找出磁性方向之間的關係場, 電流和磁力在車手 4. 重複步驟 2 和 3 - (a) 扭轉電流情況, (b) 改變外地的方向。 活動 2 (弗萊明的右手規則) 1. 連接 一根長導線到中心零電流計。 2. 將電線保持在馬蹄形磁鐵的磁場中。 3. 把電線向上, 向下和側面。注意振鏡指針的偏轉。(圖 11) 4. 使用所提供的 3D 模型將電流、B 欄位和強制方向插入到立方體上。 5. 重複 步驟 3 i. 快速移動導線 ii. 使用強磁鐵 iii. 做一個線圈的幾個回合。
線上資源 引用	

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

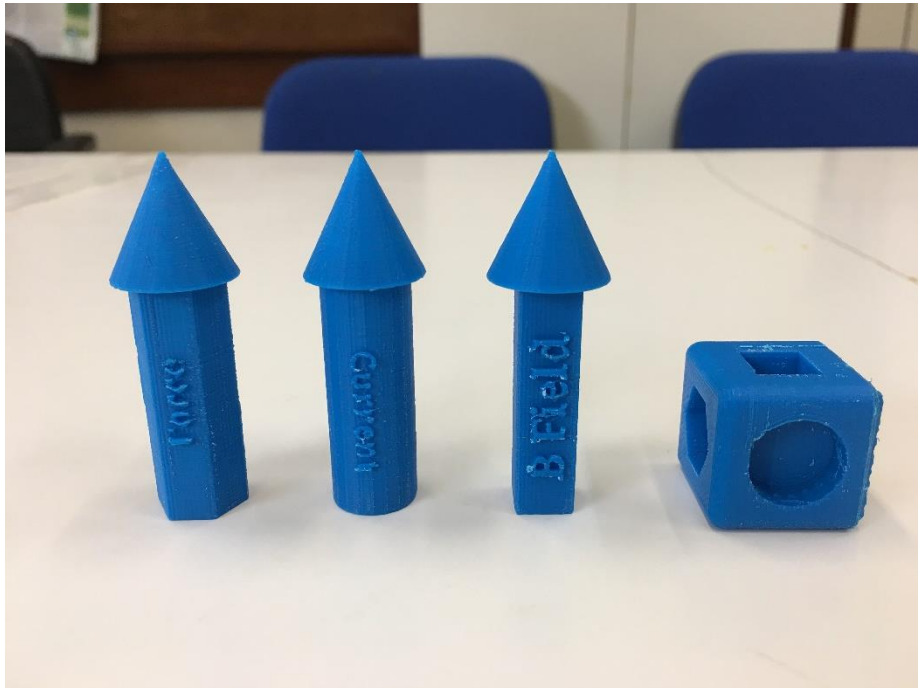


Figure 9a.FBI 3D 列印物件

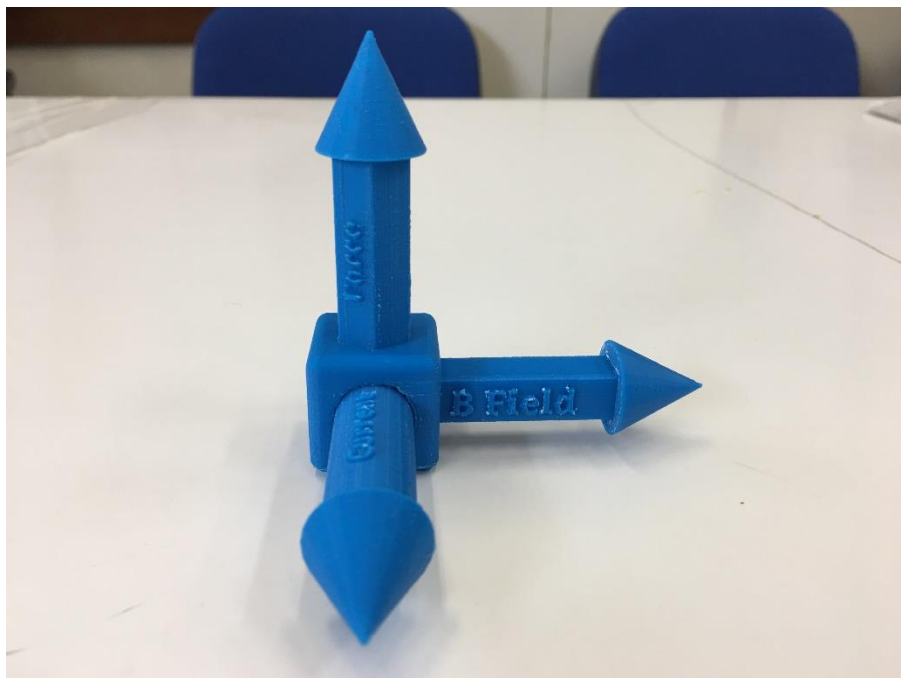


Figure 9b. 左手規則

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

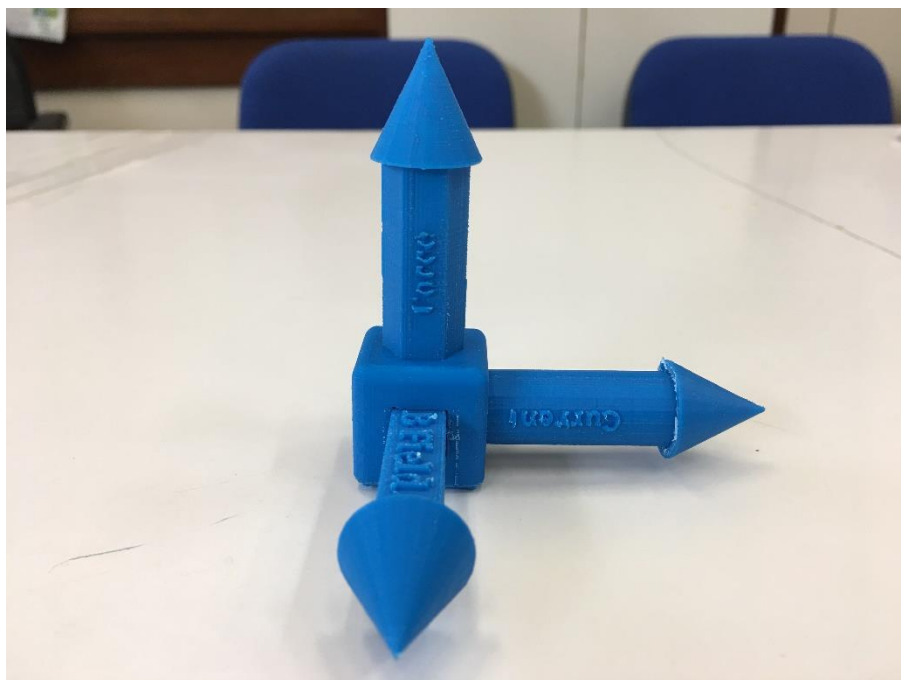
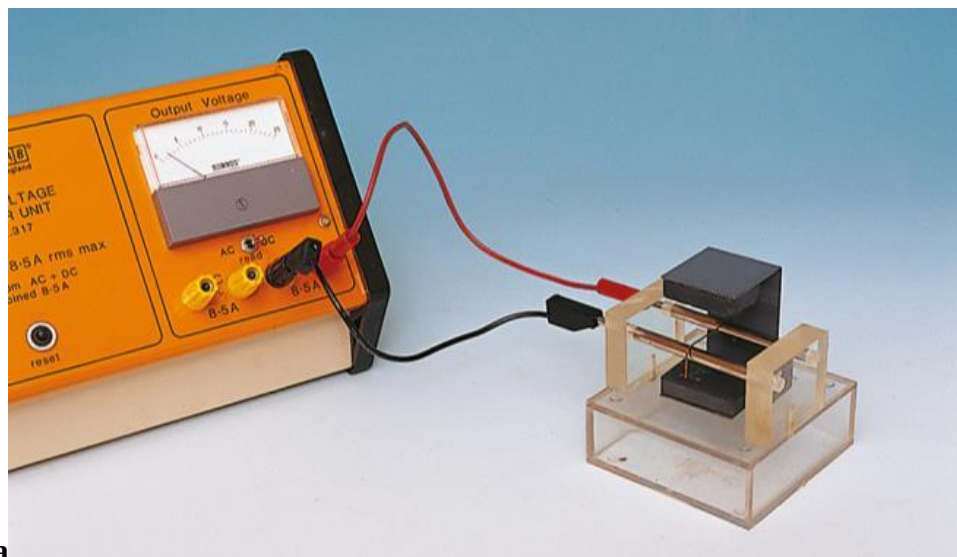


Figure 9c.右手規則



a

Figure10. 均勻磁場中的載流直絲

資訊科技教育與學科有關係列：

運用 3D 打印機和資訊科技工具促進物理科的學與教

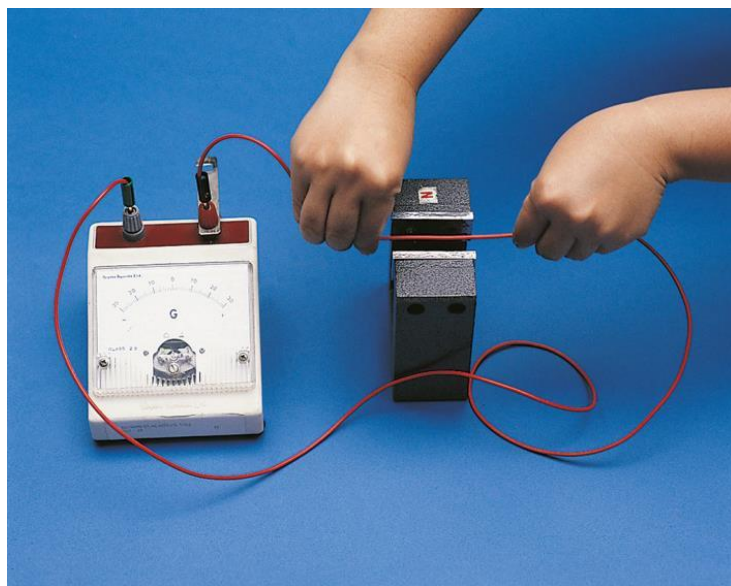


Figure 11. 電磁感應

7. 直流電機-EM

活動名稱 直流電機-EM

在教學中 應用3D 印 刷的原因	直流電機的運作機理也很抽象。
描述	我們想讓學生自己做一個直流電機, 並使用弗萊明的左手規則 3D 模型深入熟悉。此外, 他們需要平衡的重量, 電線和轉動次數使直流電機轉速更快。
目的	1. 建立直流電機。 2. 在直流電機中應用弗萊明的左手規則, 使學生在不同的情況下能夠理解轉動效果。 3. 找出轉動線圈次數如何影響轉動速度
時間	35 分鐘
裝置	直流馬達套件, 3D 弗萊明的左手規則模型 (例子 6)
程式	1. 要求學生在教師的指導下建立自己的直流電機。 2. 學生需要解決直流電機的主要結構。 3. 要求學生使用 3D 弗萊明的左手規則模型來發現線圈垂直和垂直位置時的力。因此, 他們可能會欣賞直流電機的設計 e.g. 蓄電池. (在這一點上, 老師建議向學生展示一個實用的 DC 馬達來解決他們的差異) 4. 將轉彎速度與不同的線圈進行比較。的輪流使用表 5. 然後, 讓學生解釋結果。(進一步 Q: 我們怎麼能測量線圈的轉動的速度定量? 其中一種方法可能是用棉線粘在軸上)
線上資源 引用	https://www.thingiverse.com/thing:1613211

表 5

	繩索長度 (m)	所採取的時間	轉動速度 (ms^{-1})
No. 線圈的匝數 (N=10)			
No. 線圈的匝數 (N=30)			

8. 鏡面支架-光學(在反射法中使用)

活動名稱 鏡面支架-光學

在教學中 應用3D 印 刷的原因	我們發現在光學實驗中垂直地站立鏡子是不容易的。我們想設計簡單工具幫助學生做這些類型的實驗。例如, 反射定律。													
描述	初探平面鏡中光反射													
目的	說明 3D 印表機如何幫助您處理您的實驗													
時間	10 分鐘													
裝置	平面鏡, 紙量角器, 射線盒, 鏡子立場													
程式	實驗前 1. 測量鏡面厚度 2. 在 3D 繪圖程式 (如 TinkerCAD)畫一個理想的鏡子架。 3. 用 3D 印表機列印鏡子架。 在實驗中: 1. 用不同入射角(i)將光束指向鏡面 2. 測量反射的相應角度 (r)。 3. 在下表中記下結果。 <table><tr><th>入射角 (i)</th><th>反射角度 (r)</th></tr><tr><td>30°</td><td></td></tr><tr><td>40°</td><td></td></tr><tr><td>50°</td><td></td></tr><tr><td>60°</td><td></td></tr><tr><td>70°</td><td></td></tr></table>		入射角 (i)	反射角度 (r)	30°		40°		50°		60°		70°	
入射角 (i)	反射角度 (r)													
30°														
40°														
50°														
60°														
70°														
線上資源 引用														

9. 風力渦輪機-能源

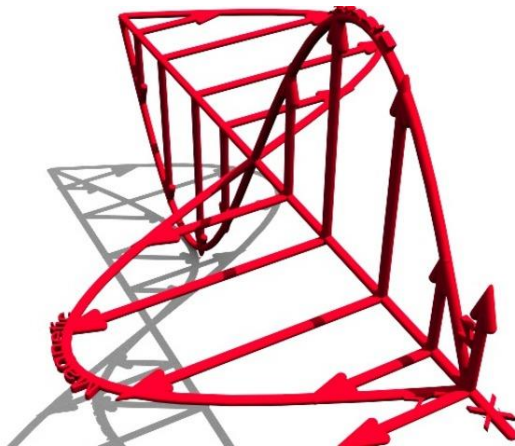
活動名稱 風力渦輪機-能源

在教學中 應用3D 印刷的原因	學生可以測量不同數量的葉片, 大小和傾斜角度的風力渦輪機的輸出功率。然後, 他們可以視覺和體驗公式 $P = \frac{1}{2}\rho A v^3$ 如何運作, 意味著, 面積如何影響電源輸出很容易使用 3D 印表機設計不同 葉片供學生調查。
描述	儘管學生有不同的一套葉片 (不同的數量, 大小或傾斜角度), 他們通過測量功率輸出來進行自己的調查。
目的	探討葉片數、傾角和表面積對風力渦輪機效率的影響。
時間	30 分鐘
裝置	風力渦輪機套件, 不同的葉片, 吹風機(或風扇)、數字萬用表、導電線
程式	測試 3D 列印風電機組的性能: 1. 測量風速, 計算理論風電 2. 測量負載電路的電流和電壓 3. 找出功率轉換的效率 $= P_{out}/P_{in}$ 風電機組性能差異類型比較 1. 立式軸渦輪 2. 臥式軸渦輪 3. 葉片的數量 4. 傾角 5. 表面積
線上資源	
引用	

10. 模擬-電磁波-波浪

活動名稱 電磁波-波

在教學中 應用3D 印 刷的原因	構成電磁輻射的電磁波可以想像為電場和磁場的自蔓延橫向振盪波。 很難讓學生想像電場和磁場的自蔓延橫向振盪波。我們想設計 3D 模型來解釋這個概念。
描述	當平面線性極化電磁波傳播時, 電場是在垂直平面和水準平面上的磁場。電磁波中的電場和磁場始終處於相位和 90 度之間。我們想使用線上資源列印一個 3D 模型, 以顯示如何運作。
目的	說明 3D 印表機如何幫助您更好地提高教學
時間	5 分鐘
裝置	3D 電磁 波形模型
程式	向每組學生分發模型
線上資源	https://www.thingiverse.com/thing:1105344
引用	https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation



11.模型 - 靜止衛星 (地球靜止衛星)-引力

活動名稱 靜止衛星 (地球靜止衛星)-引力

在教學中 應用3D 印 刷的原因	地球靜止衛星是一種人造衛星,當我們從地面觀看它始終保持在同一地方。 很難讓學生知道為什麼地球靜止衛星會直接在赤道上空運行。我們想設計兩個 3D 模型與力的方向來解釋這個概念。
描述	有些學生很難想像 3D 模型在 2D 圖片如圖 10.1 和 10.2。因此, 3D 列印有助於說明其運作方式。
目的	說明 3D 印表機如何幫助您加強教學好
時間	5 分鐘
裝置	帶衛星的 3D 地球模型
程式	在衛星不同位置顯示模型給學生。
線上資源	
引用	

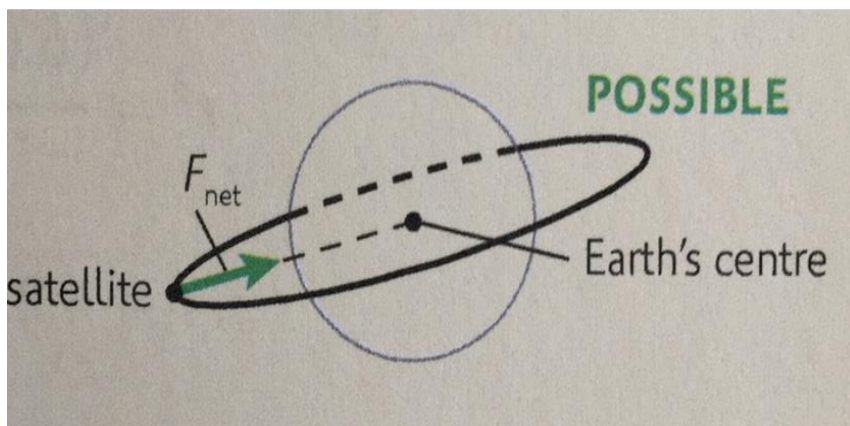


Figure 10.1

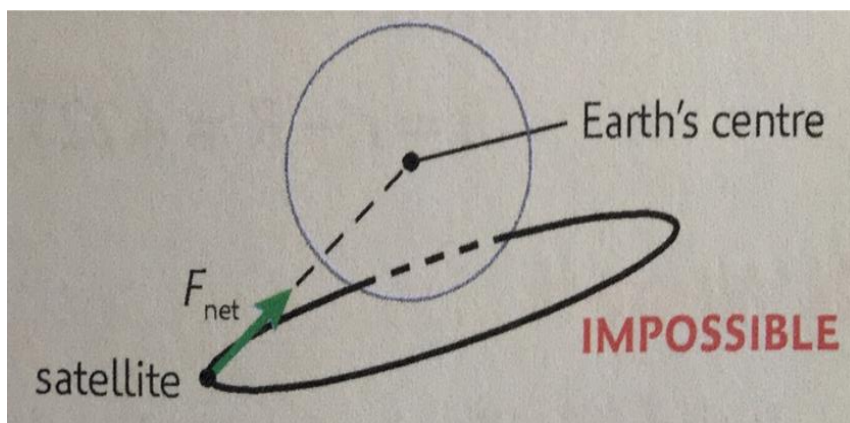


Figure 10.2