

STEM 教育中個 “E” 去咗邊？

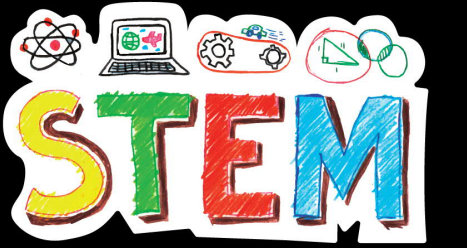


萬志宏 博士
2021年12月08日



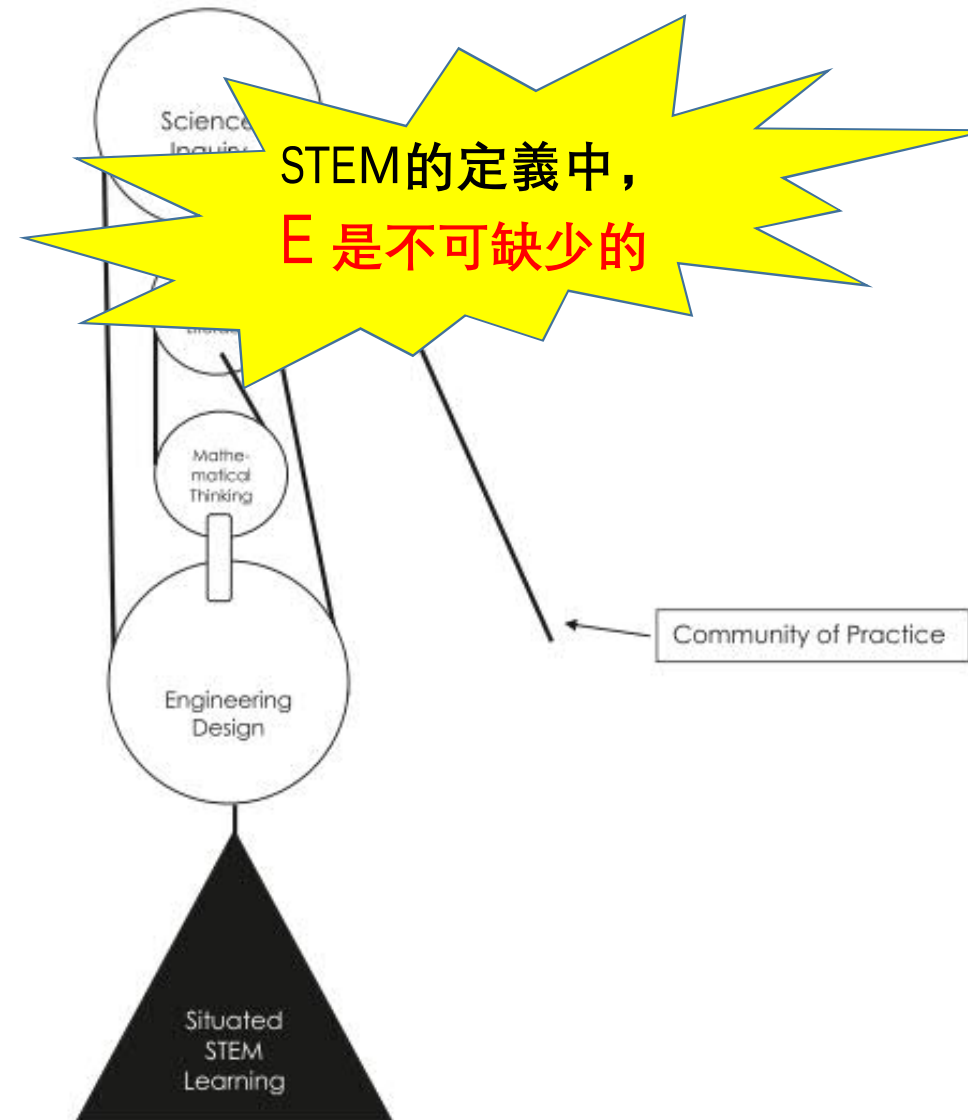
今日的主題

- STEM 究竟是什麼？
- 為什麼進行STEM 教育？
- 為什麼STEM 中的E 不見了？
- 我們怎麼把E 找回來？



是甚麼?

- STEM is an acronym representing the four primary discipline families of Science, Technology, Engineering and Mathematics (Breiner et al., 2012).
- When the term is used in relation to education policy and curricula, it typically refers to a cross-disciplinary approach to learning (Johnson, 2013; Merrill & Daugherty, 2009; Wan, et al., 2021)



工程和技術的差異在哪裡？



- 工程是應用科學，數學，技術和相應的經驗來找到問題的解決辦法。
- **折中**是各種工程設計的核心。
- 技術指人類為達到某一目的所使用的方法與技巧。
- 技術是追求**更高、更快，更輕...**。



STEM教育中
不能用 S, T, M,
取代 E

發展小創意
蘊涵大智慧

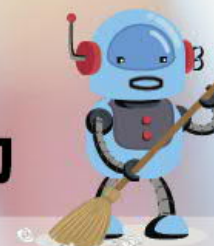
【世界經濟論壇】

iM 智富
imoneymag.com

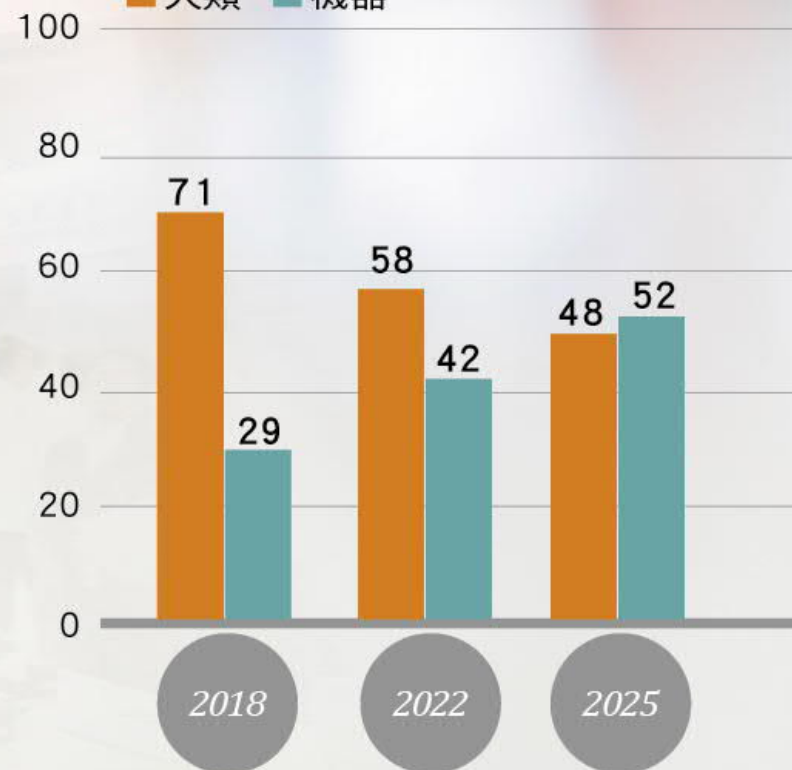
全球將有一半工作由機械人擔任，這場機械人革命將取代8,500萬個工作崗位，不過同時也會創造約9,700萬個新的就業機會

未來5年被機械人取代的10種工作
會計師客戶服務都有份？

機器的工作量 將在2025年超越人力



(%) 人類 機器



資料來源：世界經濟論壇《2018年未來就業報告》

These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them



Top 10 skills of 2025



要發展解決問題
的能力，
E 必不可少

-  Analytical thinking and innovation
-  Active learning and learning strategies
-  Complex problem-solving
-  Critical thinking and analysis
-  Creativity, originality and initiative
-  Leadership and social influence
-  Technology use, monitoring and control
-  Technology design and programming
-  Resilience, stress tolerance and flexibility
-  Reasoning, problem-solving and ideation

Type of skill

-  Problem-solving
-  Self-management
-  Working with people
-  Technology use and development

2025年10種必備職場技能

- 分析思維和創新
- 主動學習和學習策略
- 解決複雜問題的能力
- 批判思維和分析能力
- 創意、原創和自發能力
- 領導及社會影響力
- 技術的應用和控制能力
- 技術設計和編程能力
- 抗壓和變通能力
- 推理解難和構思能力

Source: Future of Jobs Report 2020, World Economic Forum.

學會學習2+ — 香港學校課程

課程寬廣而均衡，提供多元和專門的選擇，以配合學生在學術、專業和職業的發展需要。

培養學生終身學習及自主學習的能力

全方位學習

多元出路

全方位學習

促進學生全人發展

七個學習宗旨

五種基要學習經歷

德育及公民教育

智能發展

社會服務

體藝發展

與工作有關的經驗

全方位學習

中四至中六

高中

中一至中三

初中

小一至小六

小學

幼兒班至高班

幼稚園

核心科目

中國語文
英國語文
數學
通識教育科

選修科目

20個選修科目
應用學習
其他語言

其他學習經歷

德育及公民教育
社會服務
藝術發展
與工作有關的經驗

四個關鍵項目：達至主要更新重點(初、高中)
STEM 教育和資訊科技教育、價值觀教育(包括德育及公民教育與基本法教育)、跨課程語文學習(包括閱讀)等

中國語文
教育
學習領域

英國語文
教育
學習領域

數學
教育
學習領域

科學
教育
學習領域

科技
教育
學習領域

個人、
社會及
人文教育
學習領域

藝術
教育
學習領域

體育
學習領域

常識科

價值觀和態度、技能和知識

語文

幼兒數學

大自然與生活

個人與群體

藝術與創意

體能與健康

價值觀和態度 七種首要價值觀

- 堅毅
- 尊重他人
- 責任感
- 國民身份認同
- 承擔精神
- 誠信
- 關愛

共通能力

- 基礎能力
 - 溝通能力
 - 數學能力
 - 運用資訊科技能力
- 思考能力
 - 明辨性思考能力
 - 創造力
 - 解決問題能力
- 個人及社交能力
 - 自我管理能力
 - 自學能力
 - 協作能力



教育局
Education Bureau
2017





STEM

中
什
麼
最
重
要

?



"One of the things that
engineering, and
all of us as a country

The Ob
paid, i



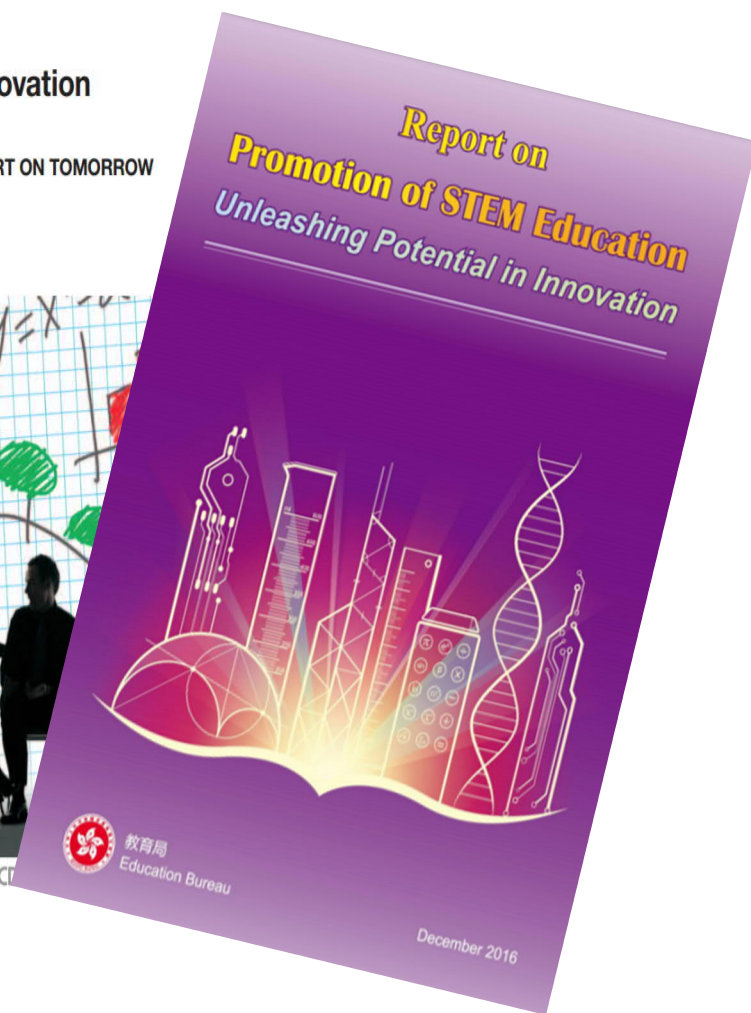
The OECD Innovation Strategy

GETTING A HEAD START ON TOMORROW

OECD



教育局
Education Bureau



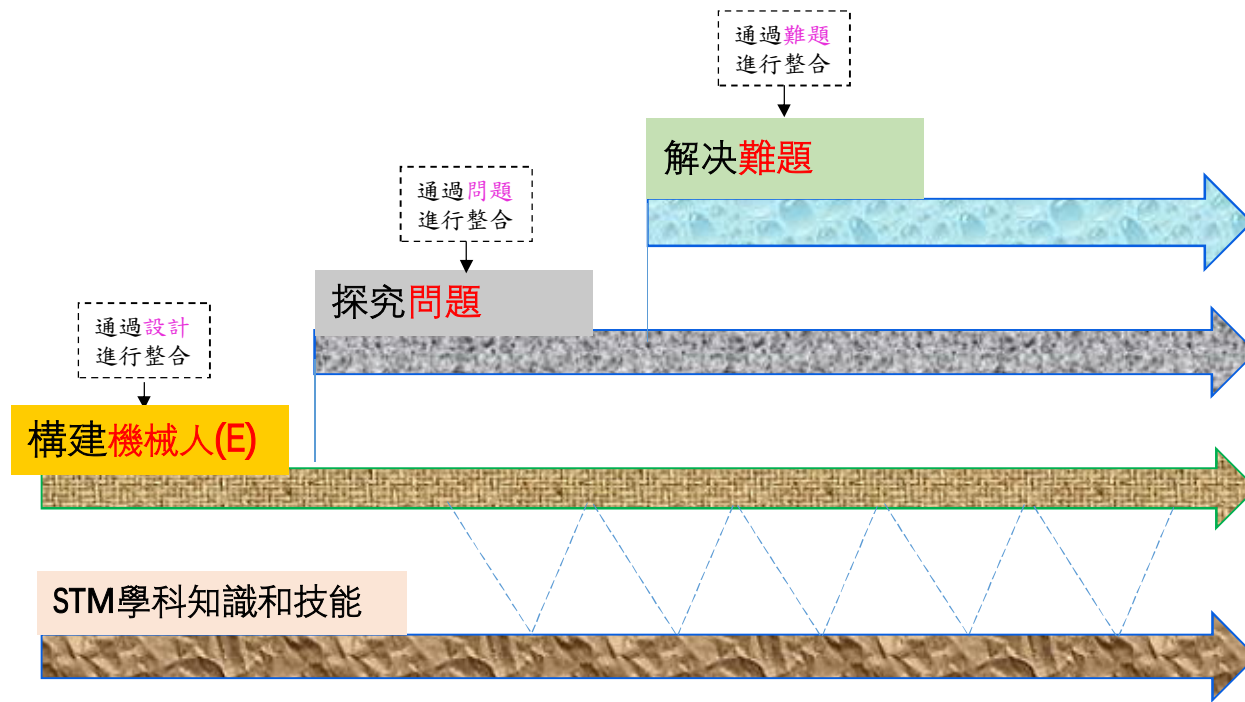
December 2016

目前STEM教育需要努力的兩個主要方向

- 重視工程元素在STEM教育中的地位
- 勾畫清晰的STEM統整路綫圖



STEM 課程的整體構思



一個以工程為特色的STEM 統整課程體系

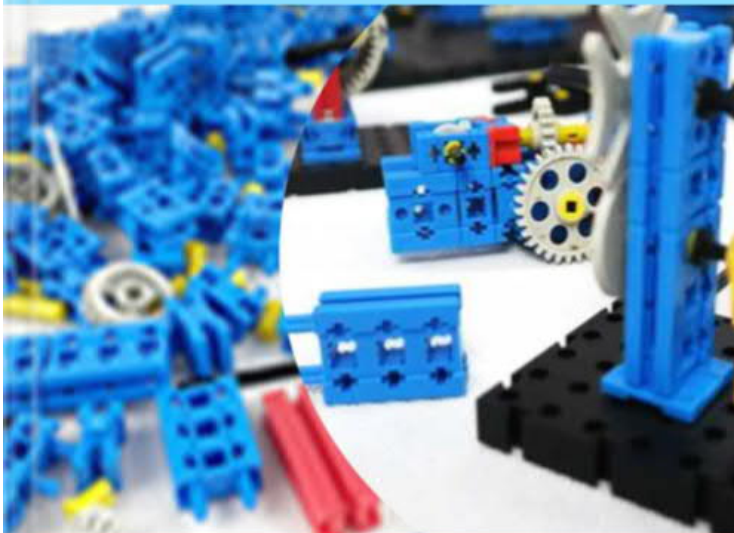


思而行 超腦機械人

1

主編
萬志宏博士
王偉光先生
梁詠霞女士

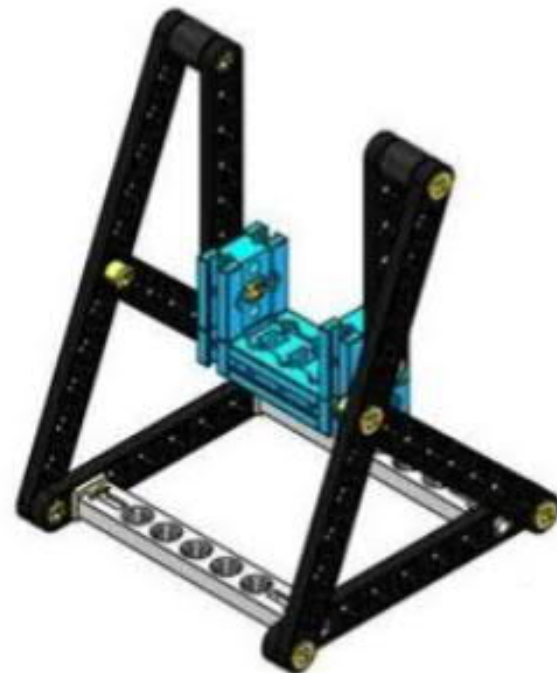
在家都可以學的STEM創意課程



快樂的鞦韆 (Swing)



阿爾法科研教育有限公司 (Alpha-STEM Education Ltd.) 出版



IDEA-X零件



綜述 | IDEA-X

IDEA-X系列機械零件屬於通用積木的範疇，其特點在於：

把各種特製的機械零件，依據一定的創意和設計，在遵循機械傳動原理的基礎上，以**拼接**的方式，按照機械裝配的方法，組成具有知識要點、結構特點和實用功能的各種實物模型。



我發現

三大拼接方式

1. 插頭插接

2. 端子樁接

3. 軸孔鉚接

連接結構問題是產品設計的一個重要的問題。構成產品的各個功能部件需要以各種方式連接並固定在一起形成整體，以完成產品的設計功能。



我發現

搭建步驟



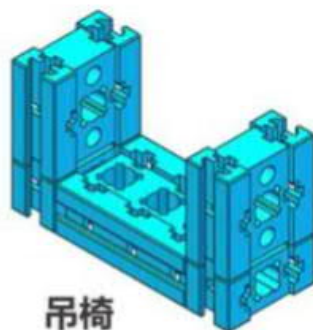
30主體
x1



10插頭直角
主體x2



20主體
x2



吊椅

30主體x1

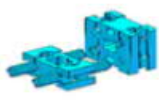
10插頭直角主體x2

20主體x2

主體類零件| 拼接技巧

插頭插接的主體類零件及拼接技巧主要分為：

1. 插接和
2. 側插接

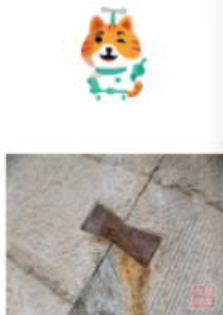
連接方式			
插接		側插接	
			



我認為

2. 端子榫接

榫接是指榫頭插入榫眼或榫槽的接合方式，在結構上連接雙方，一方做出凹口，一方做出凸榫，連接在一起。



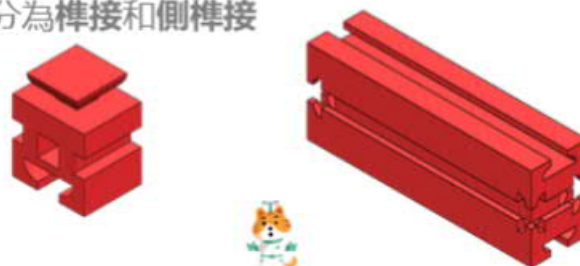
端子榫接的拼接可經常於製造傢俬、橋路建築都可見

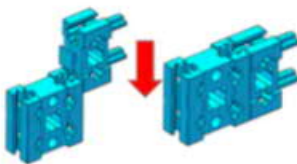
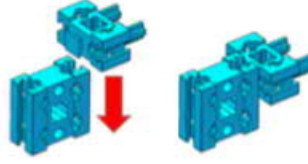


我認為

端子榫接的主體類零件主要設置為紅色，結構零件有端子或端子槽，可以無縫接合

端子榫接的主體類零件及拼接技巧，主要分為榫接和側榫接



連接方式	
榫接	側榫接
	

我認為



傳動是指機械之間的動力傳遞。也可以說將機械動力通過中間媒介傳遞給終端設備

小皮帶		中皮帶		大皮帶		小皮帶	
小皮帶		中皮帶		大皮帶		小皮帶	
大皮帶		中皮帶		大皮帶		小皮帶	
小皮帶		中皮帶		大皮帶		小皮帶	

傳動類結構件主要是灰白色零件，也有少量紅色、黃色和黑色的傳動類結構件

齒輪		齒輪	
齒輪		齒輪	
齒輪		齒輪	
齒輪		齒輪	

我發現

傳動類結構件



傳動類結構件是直接傳遞機械運動的零件。

它分類為齒輪、皮帶輪、棘輪、滑輪、繩輪、蝸輪蝸桿、齒條、絲杠等。

零件名稱	零件圖	零件名稱	零件圖	零件名稱	零件圖	零件名稱	零件圖
210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪	
210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪	
220 齒輪		230 齒輪		230 齒輪		230 齒輪	
240 齒輪		250 齒輪		250 齒輪		250 齒輪	

210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪	
210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪	
210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪	
210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪		210 齒輪	

電機 | 減速電機

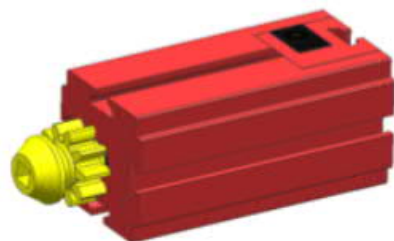


減速電機的規格為

電機尺寸：52*20*20mm

空載轉速：100rpm

最大扭力：4500g.cm



用途：

1. 將電機頭卸下，換裝電機輸出軸，直接安裝運動部件。
2. 直接作為原動機使用。

我發現

開源硬件 | Nano控制器

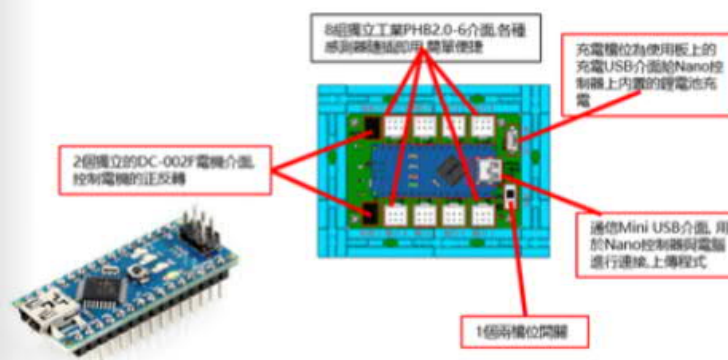


Nano控制器處理器核心是ATmega328(Nano3.0)，能靈活適應教學中各種實驗電路，支援市場上大多數Arduino程式設計工具。

提供了8組獨立工業PHB2.0-6標準帶扣直針介面，滿足實驗中的各種需求，各種感應器隨插即用，簡單便捷；

2個獨立的DC-002F通用電機介面，控制電機的正反轉，輕鬆實現電路連接；

1個兩檔位開關，一個通信Mini USB介面，用於Nano控制器與電腦進行連接，上傳程式；還有一個充電Mini USB介面，用於對Nano控制器上內置的鋰電池進行充電。

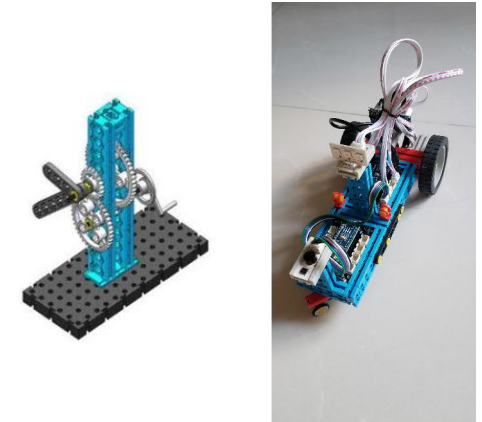


我們如何做到系統的STEM統整

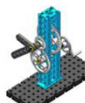
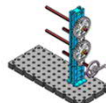


思而行创意机械人课程的整体架构

					</			



如何強化E的元素

思而行超腦機械人 - 在家都可以學的STEM創意課程 (第一階段)			課程目標											
			認識和拼接結構件					瞭解三大拼接方式			傳動結構	科學原理	數學技巧	思維
活動主題			主體	端子	連桿	軸套	傳動	插頭插	端子桿	軸孔插				
1	鞦韆 (Swing)		30主體 20主體 10插頭直角主體		70連桿 90連桿 130連桿 70端子杆 10軸墊	04端子花鍵軸 08滑套 13滑套 18滑套		√	√	√	三角形 穩固結構	重心的概念 三角形穩固的特點		觀察總結能力
2	奇怪的時鐘 (Weird Clock)		30插頭主體 30主體 10雙插頭主體 主體底座 140底板		40連桿 70連桿 02軸墊	08滑套 04花鍵套 08花鍵套 18圓孔花鍵套 60方軸 80方軸	Z10齒輪 Z20齒輪 Z40齒輪 Z50齒輪 手柄輪	√		√	同向齒輪 傳動	齒輪組的機構和作用 時間概念	除法運算	推理能力
3	蹺蹺板 (Seesaw)		20主體 20端子主體 10直角主體		04連桿 07連桿 130連桿 70端子桿	08滑套 08花鍵套 13滑套		√	√	√	槓桿	活動鉚接和固定鉚接的構造和 功能 槓桿原理及組成 槓桿的三個分類及應用	比例計算	分析綜合能力
4	攪拌器 (Blender)		30插頭主體 30主體 10插頭主體 10雙插頭主體 10直角主體		直角連桿 015鎖緊環	08滑套 04花鍵套 08花鍵套 40方軸 110方軸	Z15花鍵薄齒輪 25端面齒輪 手柄輪 行星架	√		√	變向齒輪 傳動	齒輪和輪軸實現減速、增速、 變向和換向 齒輪啮合傳動的三個方式		想像力
5	烤肉架 (Barbecue Grill)		30插頭主體 30主體 主體底座 140底板			08滑套 08花鍵套 40方軸 60方軸 80方軸	Z10齒輪 Z30齒輪 手柄輪	√		√	多齒輪輪系	外嚙合直齒輪機構的功能 主動輪和從動輪及齒輪的傳動 方向 多齒輪輪系的傳動裝置	乘除法混 合運算	有序觀察能力
6	起重機 (Crane)		20端子主體 10雙插頭主體	04軸承座	40連桿 60連桿 130連桿 02軸墊 70端子杆 110端子杆 雙側連桿軸承座	04滑套 08滑套 13滑套 08花鍵套 04端子花鍵軸 08端子槽花鍵軸 18方孔花鍵套 80方軸	手柄輪 繩輪	√	√	√	滑輪組	滑輪的作用以及區分定滑輪與 動滑輪及其工程原理 滑輪組省力與改變力方向的佈 置方式	除法運算	系統思考能力

SWEETIE 教学方法

- 受王陽明“知行合一”哲學思想所啟發
- 融合了杜威的經驗主義和胡衛平教授思維型教學法
- 針對STEM教育的綜合性特點所提出

未有知而不行者。知而不行，

未知 - 王陽明

將知行分作兩件去做，以為必先知了，然後能行。不行，亦遂終身不知。”



創設情境

提出問題

以思維激發行動

以行動實踐思維

以思維升華行動

構思設計

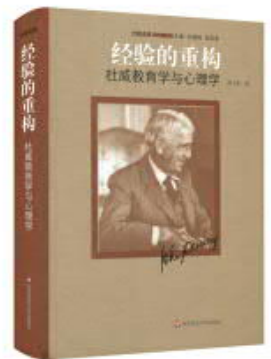
實踐探究

反思鞏固

改進創新

延展學習

感官視為一種神秘的筒子，以為我們能使知識經過這筒子，由外界把知識輸入心裏去……以為只要使眼睛常常望著書本，使兒童常常聽著教師的話，就是求得完善知識的秘訣 - 杜威



SWEETIE 教學法

創設情境

situation

提出問題

wonder

構思設計

envision

實踐探究

enquiry

反思鞏固

thinking-back

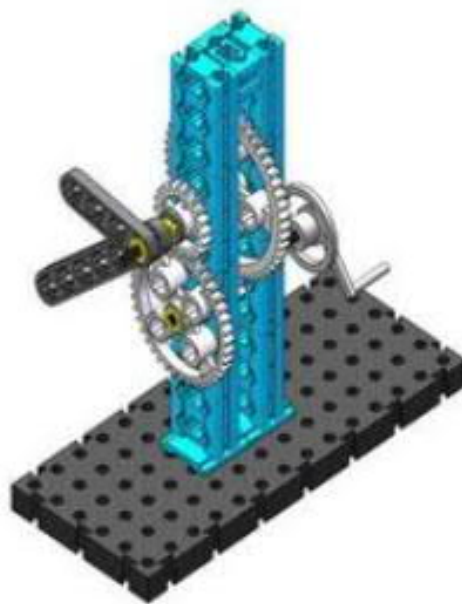
改進創新

innovation

延展學習

extension/Exam

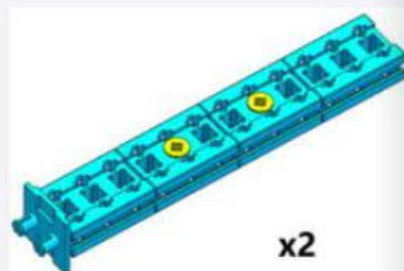
SWEETIE 教学法在【时钟】活动中的应用



搭建時鐘

為時鐘提供動力，搭建一個奇怪的時鐘吧！

A



教學影片

30插頭主體x6 30主體x2 主體底座x2 08滑套x4

P.11

搭建步驟



B

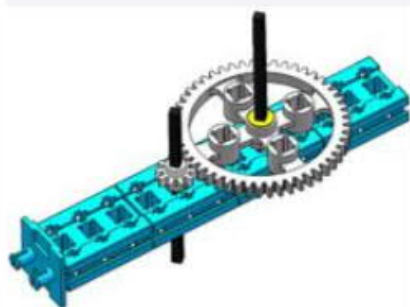


Z40齒輪X1 Z50齒輪X1 08花鍵套x2

P.12

時鐘 | 搭建

C



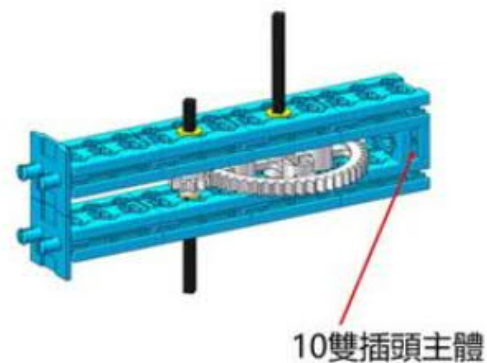
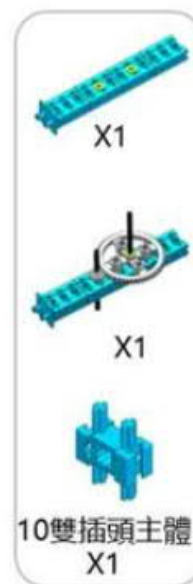
Z50齒輪X1 Z10齒輪X1 60方軸x1 80方軸X1

P.13

搭建步驟



D



10雙插頭主體X1

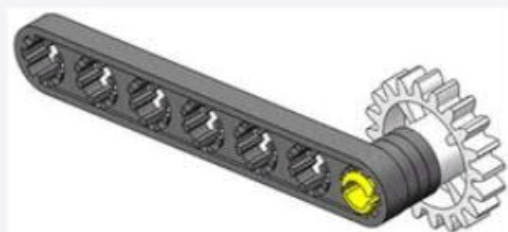
P.14

時鐘 | 搭建

搭建步驟



E



70連桿x1 02軸墊X3 Z20齒輪X1 18圓孔花鍵套X1

P.15

F



04花鍵套X1 40連桿X1

P.16

時鐘 | 搭建

搭建步驟

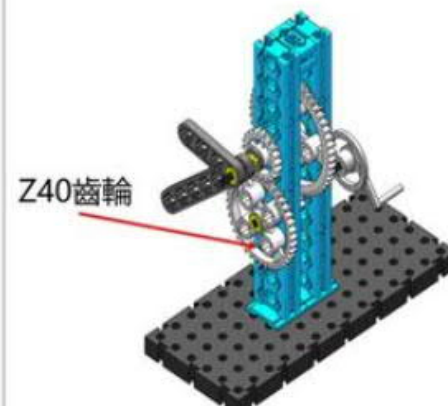


G



P.17

H



手柄輪X1

140底板X1

P.18



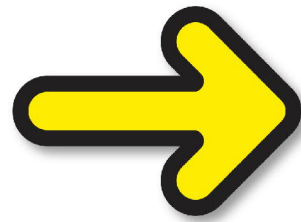
我們的教學資源

- 學生用書
- 教師用書
- 視頻——翻轉課堂
- 考試和測驗

SUMMARY



- STEM的定義中，**E** 是不可缺少的
- 不能用 S, T, M **取代 E**
- 要發展21世紀職場必備能力，**E** 必不可少
- 介紹一種可能較為系統的**STEM**課程構思
- 希望一起努力把現在**ST_EM** 教育變成**ST**E**M**教育



wanzh@eduhk.hk