科學與科技專題研習的實踐
–促進學生綜合和應用知識與技能的能力

吳木嘉
教育局
高級學校發展主任

尹淑娛老師
廖劍興老師
梁銘言老師
林村公立黃福鑾紀念學校

S T E M 教 育

– Science, Technology, Engineering and Mathematics

- 由美國全國科學基金會(NSF)於上世紀九十年代提出
  - ✓ 成員需由總統提名，國會通過
  - ✓ 發現重力波的LIGO正是由NSF主力資助
- 學校科學課程著重理論的教授，學生普遍認為科學課堂艱澀枯燥
- 高中學生普遍不願選取理科科目

STEM教育目標

- 推動創新，以維持經濟發展
- 對應社會需要，增進公民參與的能力

STEM 教育取向

- 一種跨學科及著重應用的取向:
  - 不是要完善 4 個領域的個別學習；而是
  - 以實際生活中的應用，綜合 4 個領域的學習
- 曾引起一陣的討論，隨後漸少有提及，直至.....

STEM 教育重新受重視

奧巴馬於2009年就任美國總統

- 美國振興及再投資法案 及 奔向顛峰計劃
- 強調科學、科技、工程及數學(STEM)的重要性，並多次公開指出：STEM教育是國家經濟強勁復甦的關鍵因素。
- 「總統科技顧問委員會」報告建議，在2012年宣布新科技教育計畫，將培訓10萬名科學、科技、工程和數學專業教師，以協助在未來十年內培養100萬名科學、技術、工程和數學專業的畢業生。

Background: 2015 Policy Address

152. The EDB will renew and enrich the curricula and learning activities of Science, Technology and Mathematics, and enhance the training of teachers, thereby allowing primary and secondary students to fully unleash their potential in innovation.

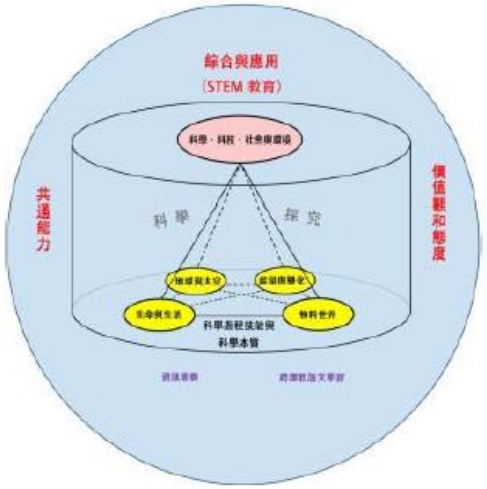
152. 教育局會更新及強化科學、科技及數學課程和學習活動，並加強師資培訓，讓中小學生充分發揮創意潛能。

重點

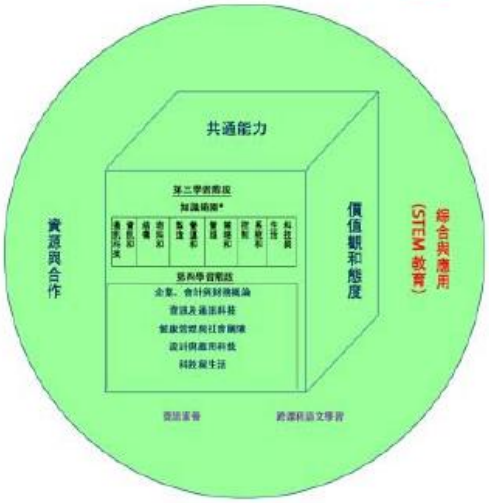
- STEM 教育的重點在於強化學生在科學、科技及數學教育各學習領域及跨學習領域的*綜合*和*應用* **知識**與**技能**的能力

教育局網頁
http://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/renewal/index.html

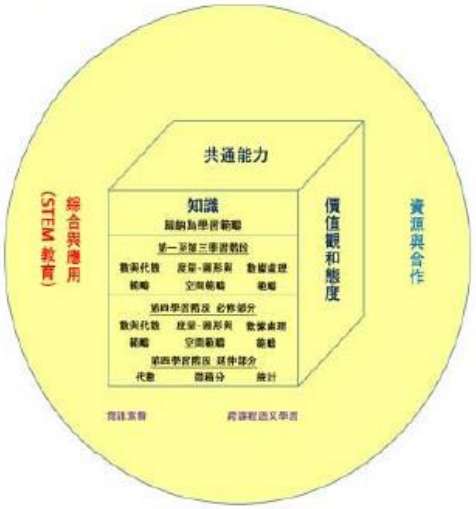
模式一
建基於一個學習領域課題的學習活動



科學教育學習領域

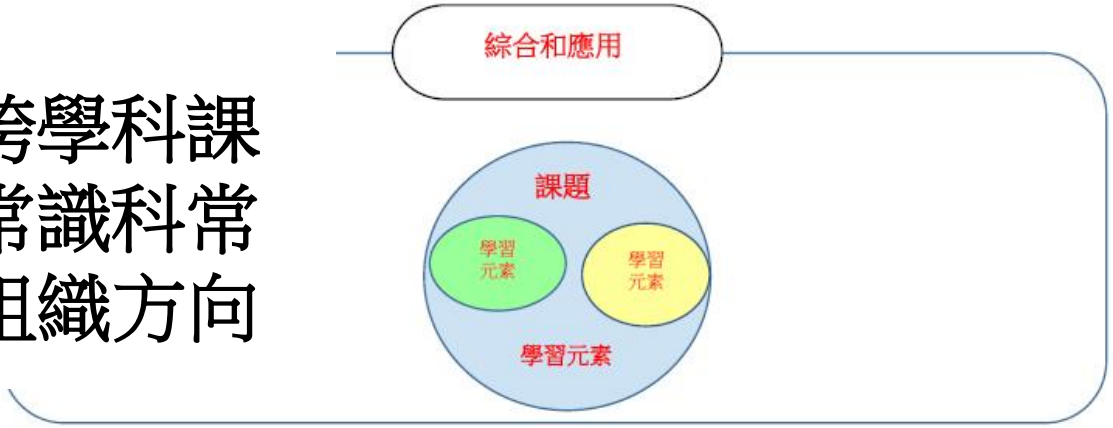


科技教育學習領域

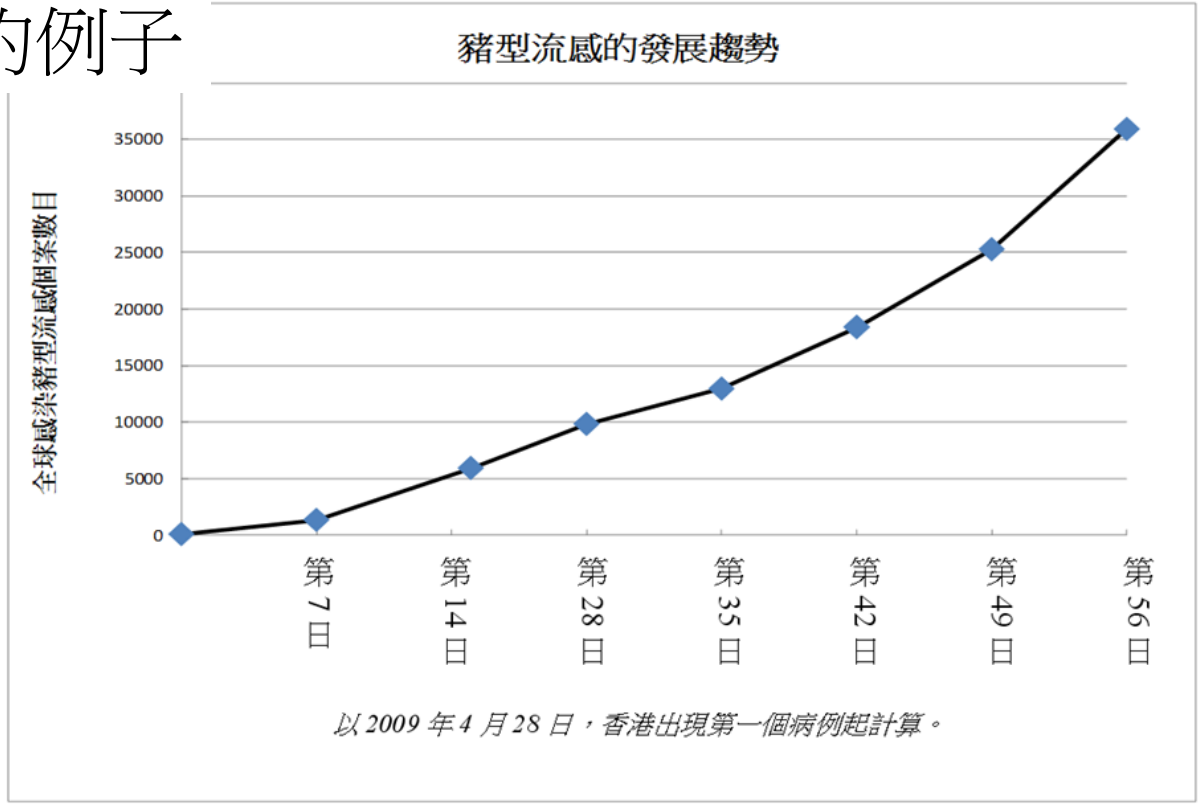


數學教育學習領域

作為一個跨學科課程，這是常識科常用的課程組織方向



綜合數學元素的例子



2. 從以上圖表資料，填寫下列空格。

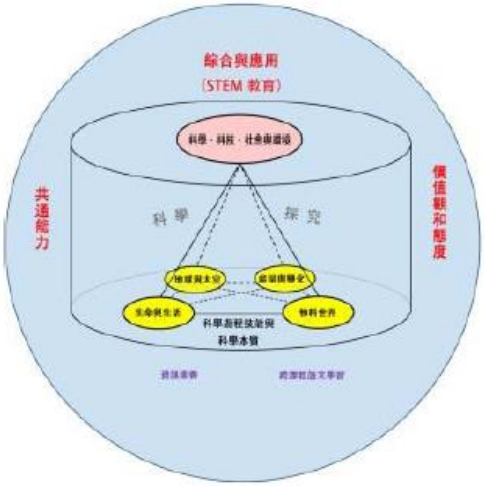
累積個案數目	約所需日數
從 0 到 10000	28 日
從 0 到 20000	43-44 日
從 0 到 30000	51-52 日

每 1 萬個個案	約所需日數
從 0 到 10000	28 日
從 10000 到 20000	15-16 日
從 20000 到 30000	8-9 日

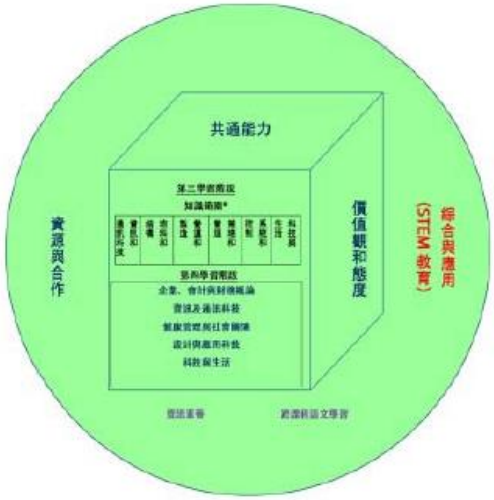
3. 疫情蔓延的速度有甚麼變化?

模式二

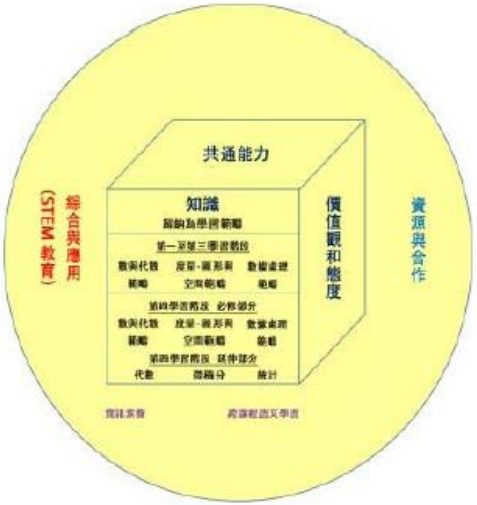
透過**專題研習**讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素



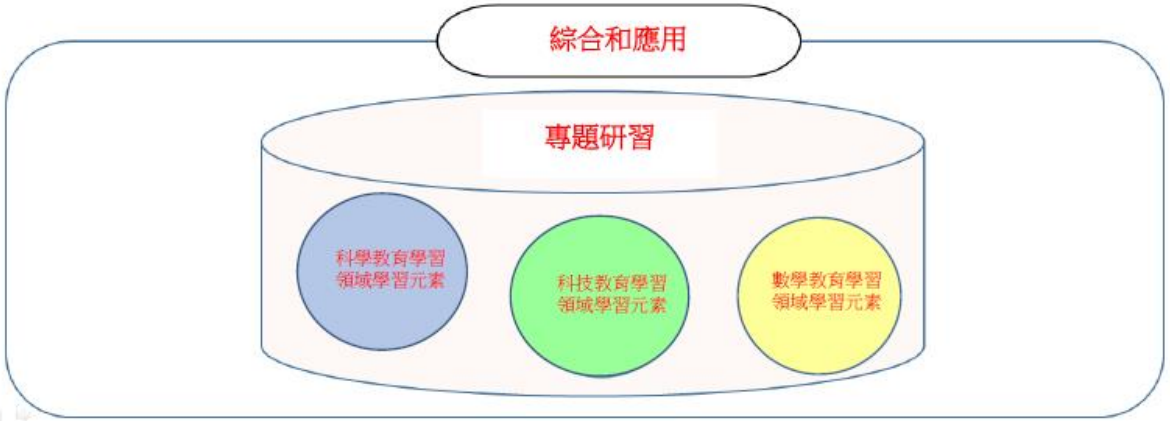
科學教育學習領域



科技教育學習領域



數學教育學習領域

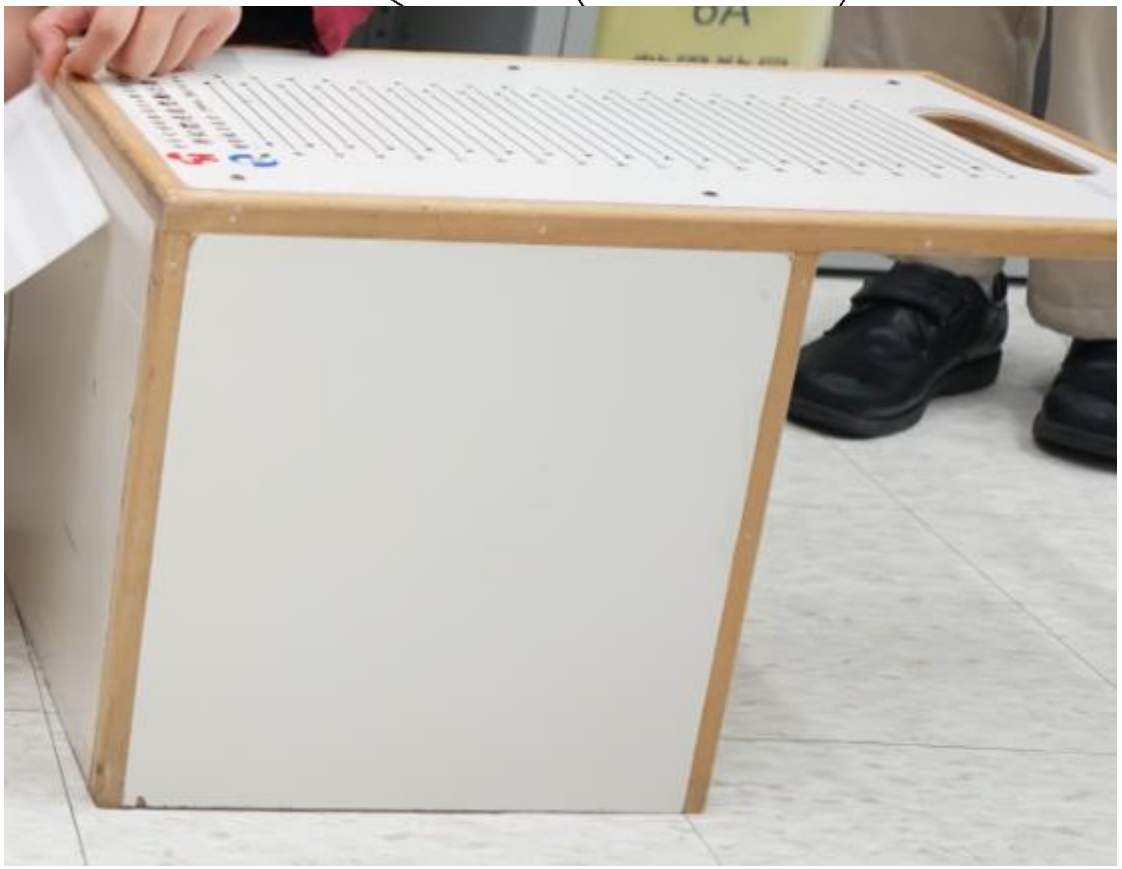


推動***STEM*** 教育的宗旨和目標

- 在科學、科技及數學範疇讓學生建立***穩固的知識基礎***，*並**提升學生的學習興趣***，以助他們日後在有關範疇升學和就業，應對現今世界的轉變所帶來的挑戰。
- 強化學生**綜合和應用知識與技能**的能力、培養學生二十一世紀所需要***創造力、協作和解決問題能力***，以及使他們具備創新思維。

任務：

用最便宜的物料，設計並製作一省力的簡單機械；該機械能用最少的力度把目標物從地面拉上矮台。



你會用甚麼原理設計裝置?

最常見的設計是**斜面**加**滾子**，但也有學生運用:

- **槓桿**
- **輪軸**
- **滑輪**

發揮創意潛能

以最常見的滾子為例，你會:

- 用甚麼物料作滾子?
- 如何把滾子安裝在你的設計?

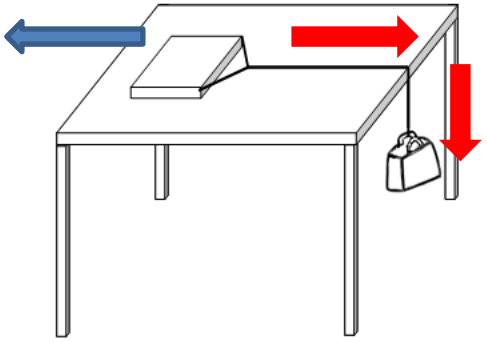
學生有不少別具心思的設計

以互動的課堂誘發學生投入主動的探究

實驗一　　(1)有趣的物體運動

步驟:

1. 把繩子的一端綁著書本，另一端綁著膠袋。
2. 把書本放在桌子上，再將膠袋懸垂在桌子邊。
3. 將練習簿逐一放進膠袋中，觀察及把結果記錄在下表內。



在上圖方格內以箭頭顯示力的方向

《 觀察記錄表一 》

練習簿(數目)	書本有沒有移動?	地心吸力(動力) <=> 摩擦力(阻力)
1	有/沒有	

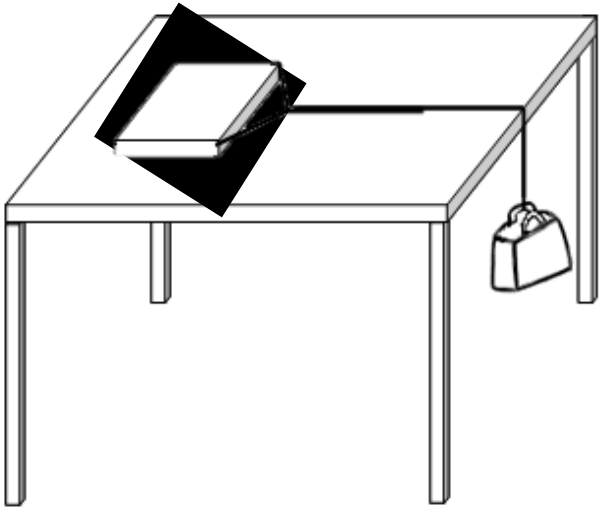
從動手到動腦

《 觀察記錄表一 》

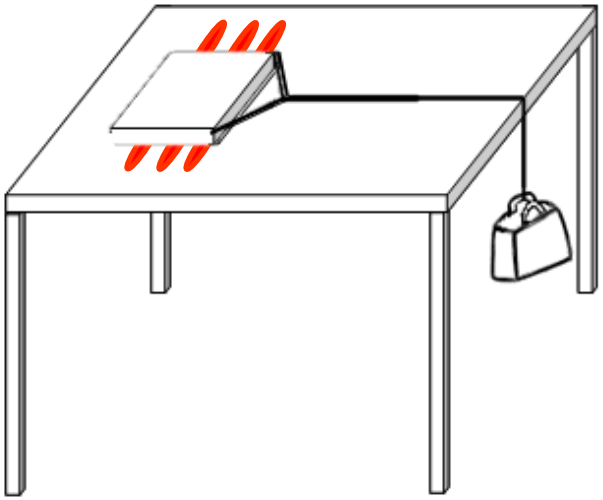
練習簿(數目)	書本有沒有移動?	地心吸力(動力) <=> 摩擦力(阻力)
1	有/沒有	<
2	沒有	<
3	沒有	<
4	沒有	<
5	有	>

練習簿(數目)	書本有沒有移動?	地心吸力(動力) <=> 摩擦力(阻力)
1	有/沒有	動力 = 阻力
2	沒有	動力 = 阻力
3	有	動力 > 阻力

- 以數據刺激學生思考　**數據**　詮釋
- 引導學生使用科學證據



+ 砂紙



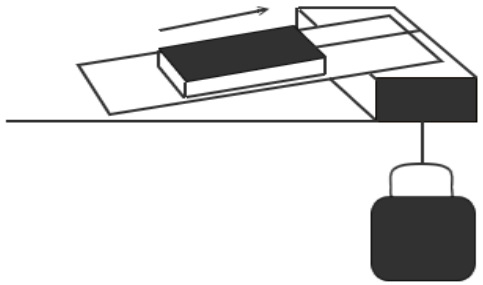
+鉛筆

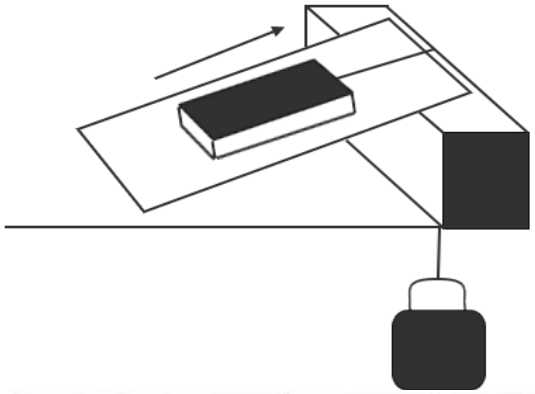
第五組 4,5,11,12

(3)簡單的機械 — 斜面

實驗四

1. 把繩子的一端綁著書本，另一端綁著膠袋
2. 把墊檯板用 5 本書墊高(圖一) [可以 250ml 紙包飲品盒平放代替]
3. 將練習簿逐一放進膠袋中，觀察及把結果記錄在下表內
4. 把墊檯板用 15 本書墊高(圖二) [可以 250ml 紙包飲品盒直放代替]
5. 重複步驟 3





練習簿(數目)	書本有沒有移動?
1	有/沒有
2	沒有
3	沒有
4	有

練習簿(數目)	書本有沒有移動?
1	有/沒有
2	沒有
3	沒有
4	沒有
5	有

專題研習的輸入

在教授有關「簡單機械」單元時，刻意透過主動探究的課堂，培養學生:

- **對相關概念的掌握**
- **動手探究的信心**

促進 STEM 教育

- **認識**和**應用**科學知識的能力，以**解決**實際生活**問題**
  - 科學與科技的專題研習

任務：
用最便宜的物料，設計並製作一省力的簡單機械；該機械能用最少的力度把目標物從地面拉上矮台。

目標物：
一罐淨重 340 克的午餐肉

初步構想：

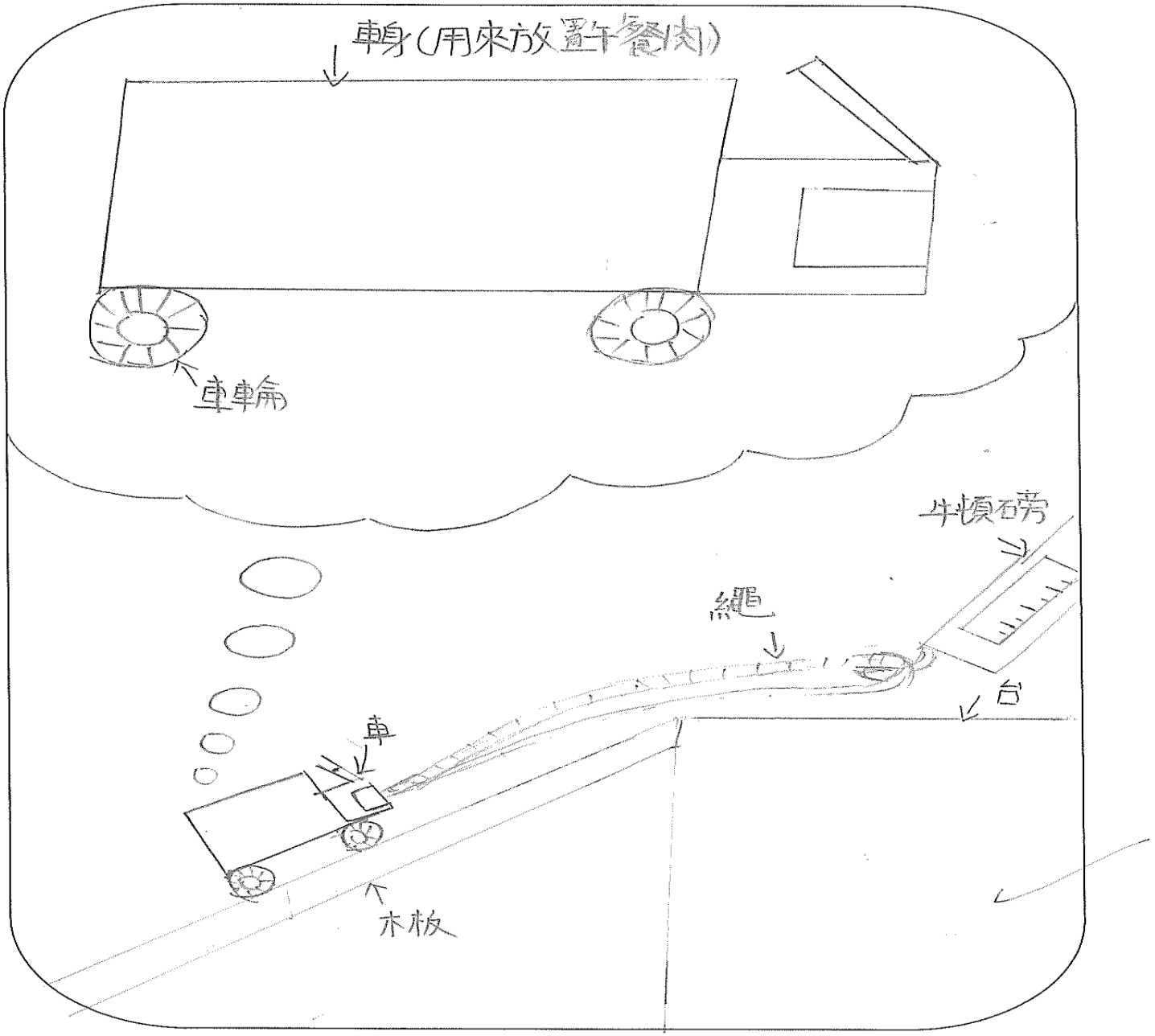
機械設計可以運用哪些原理省力？

它運用斜面原理來省力。

機械設計可以運用哪些原理省力？

我們的機械設計可以運用斜面、滾子。

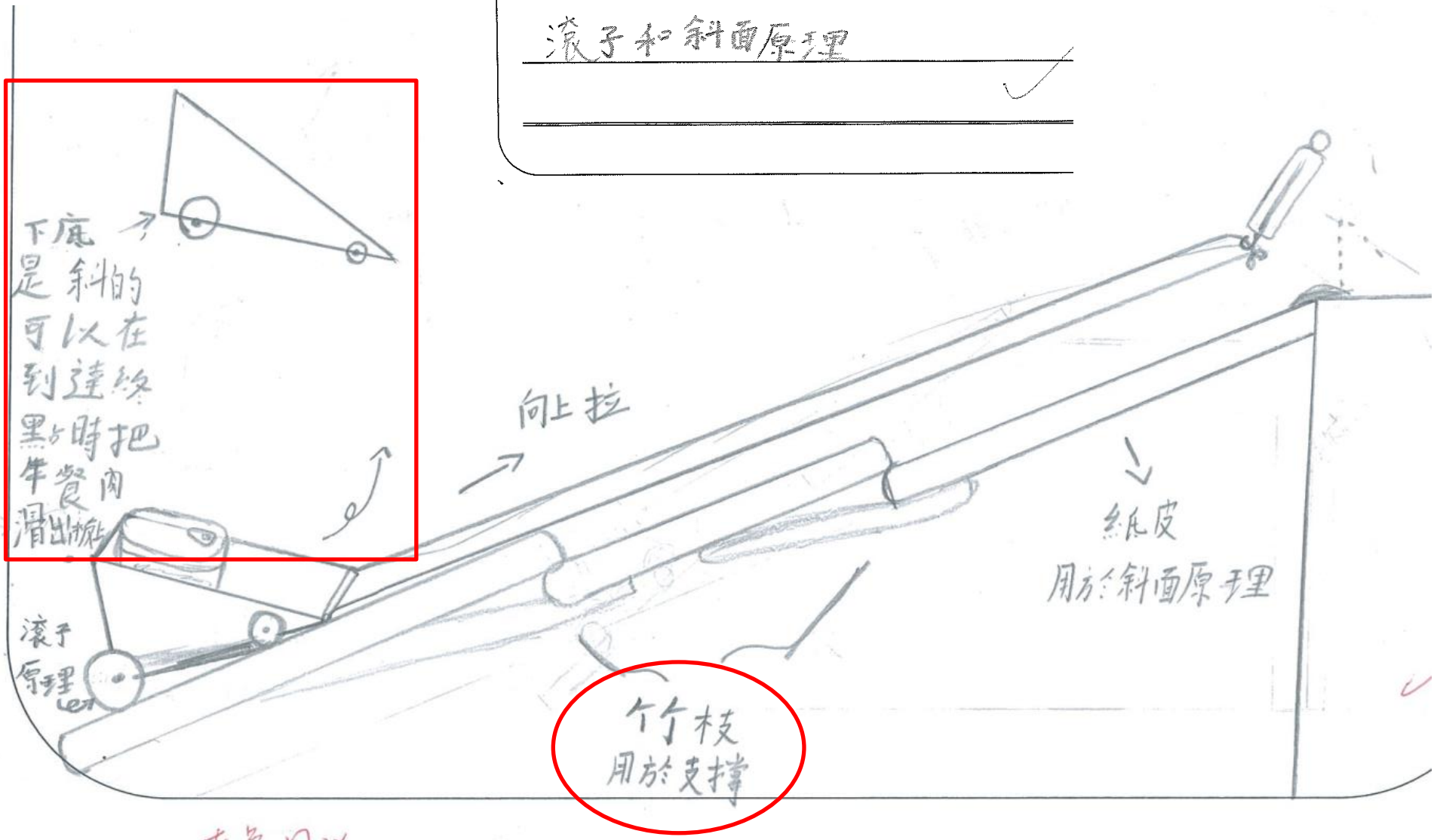
機械設計草圖



初步構想：

機械設計可以運用哪些原理省力？

滾子和斜面原理



從實際經驗中學習

製作過程反思：

車身不穩定，午餐肉很容易跳。

接駁位太厚(高)，令午餐肉滑不到平台。

斜板與平台的

從實際經驗中學習

3. 班裡各組中，最小的力度是 1.8 牛頓。你認為這個設計有甚麼優勝之處。

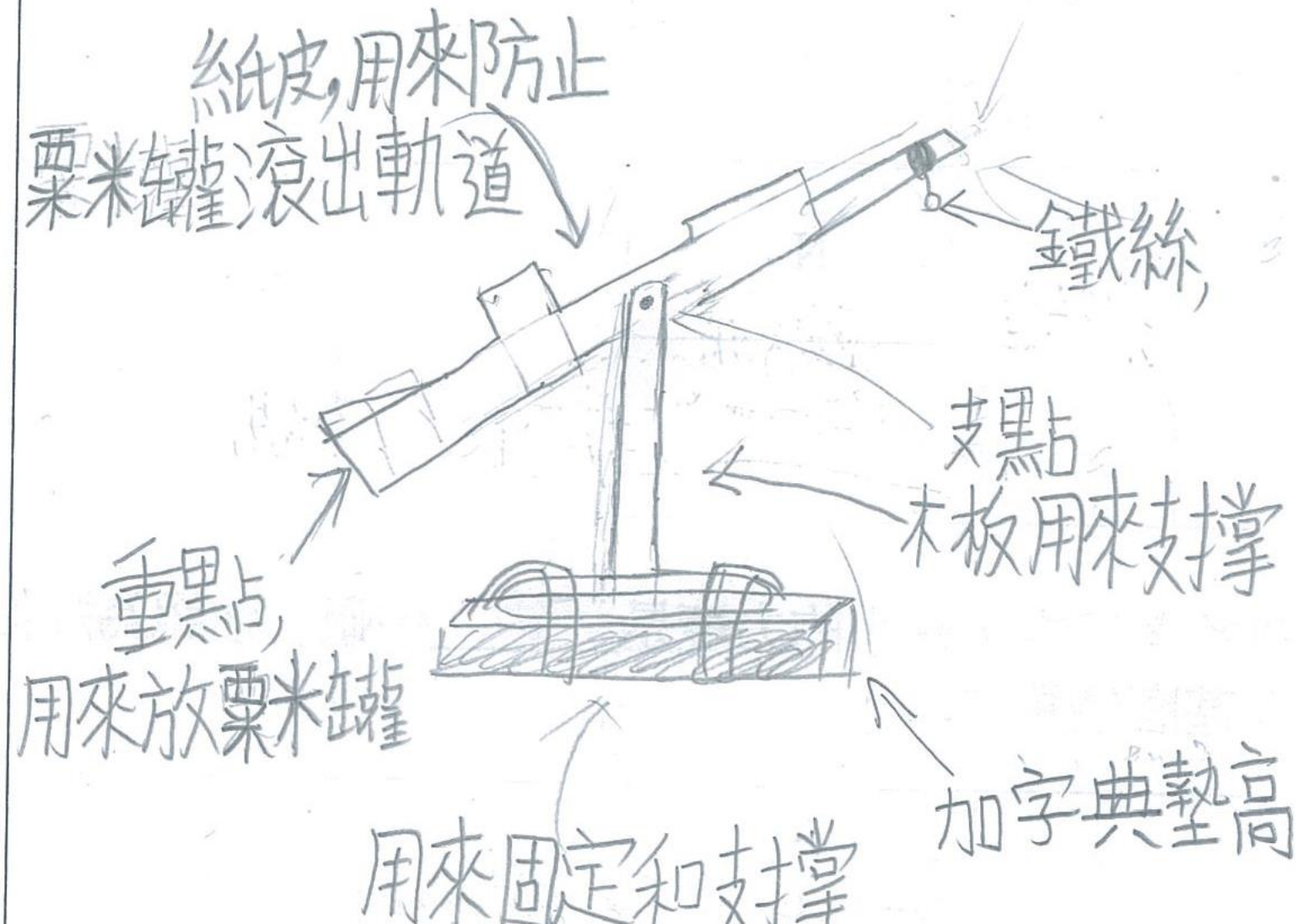
我們認為他們有很多的優勝之處，例如他們的紙皮厚度沒有太厚，令他們的車子運用得很流暢。接駁位置不會有阻礙。

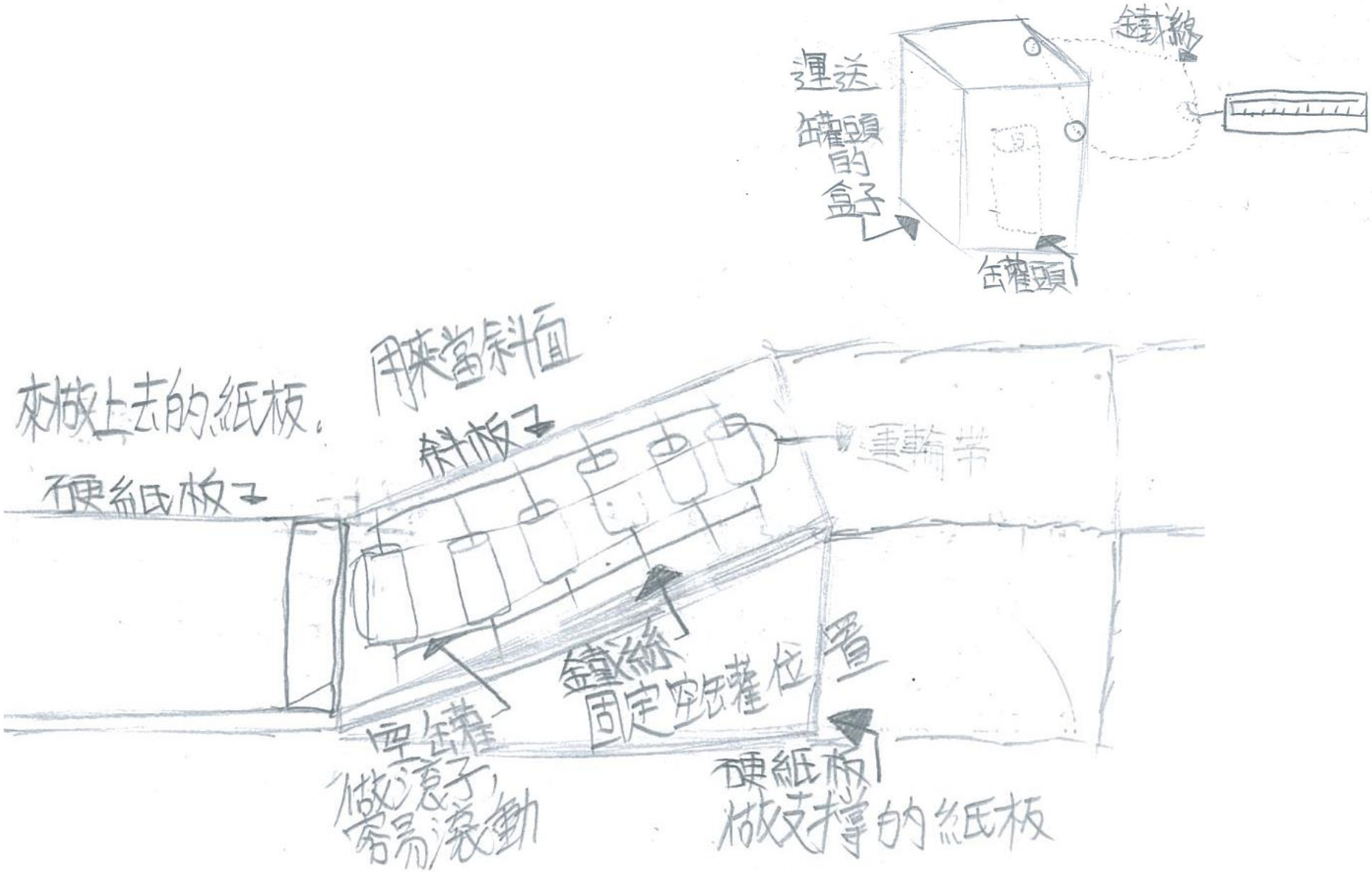
加強科技元素的考慮

	物料	選用的原因(運用的機械原理)
1	竹籤	竹籤在輪子中間,使它能像車一樣行駛得流暢。
2	藥罐	當成輪子,利用滾子原理,讓它可以在板上容易用最小力行駛上去。
3	紙盒	盛載火腿豬肉罐。 紙盒比較輕便。
4	紙皮	製造一個斜面,讓機械車更容易行駛上去。 紙皮較輕,不會凹凸,容易找到紙皮。

	物料	選用此物料的原因
1	木(木條)	它比較堅固,並且取材容易,可以輕易地組裝在一起,用來支撐整個機械的運作。但要計算力臂和重臂的長度。
2	紙板	比較容易裁切,而且比較輕,可以與其他材料黏在一起,可以固定那個通道,不讓粟米罐滾走。
3	鐵釘	它比較方便及不太容易折斷,用來固定支點的移動。

機械設計改良圖(附以文字，解釋你的設計)




鐵線
運送罐頭的盒子
罐頭
用來當斜面
斜板子
運輸帶
不硬紙板子
鐵絲固定空罐位置
空罐做滾子，容易滾動
不硬紙板做支撐的紙板

VITA TEA RANGE
Coca-Cola

教學策略 – 提供具挑戰性的學習任務

- 訂定合適的學習任務，引起學生的學習動機
- 就著日常生活問題，讓學生設計和擬定具體及有創意的解決方案
- 參與「動手」的學習活動，增強他們在綜合和應用跨學科知識與技能的能力。

教學策略 –站在引導者的角色

- 讓他們在實作過程中學習多元思考與問題解決
- 引導學生解釋其構思
  - 繪畫草圖時需要清晰及簡潔的描述
  - 物料選取是否合宜
  - 如何配合省力的原理
- 學生動手製作時給予意見及支援

教學策略 –站在引導者的角色

- 培養學生觀察及詮釋數據的能力
- 引導學生解釋測試結果

2. 測試紀錄：

次數	力度(牛頓)
1	3 牛頓
2	2 (牛頓)
3	2 (牛頓)

3. 班裡各組中，最小的力度是 1.8 牛頓。你認為這個設計有甚麼優勝之處。

木(板)(斜面)無長應省面

教學策略 –站在引導者的角色

- 從全班討論中引導學生反思如何改進，並給予具體的回饋

配合STEM教育的發展建議

- *不是* 割裂地教授科學，*更不是* 獨立成科
- 綜合和應用知識與技能
  - ✓在常識課堂中，加強學生動手探究的機會
  - ✓擴展專題研習經驗，加入科學與科技類型
- 多元化的手腦並用學習經驗
  (不論是簡單的手作，或是程式機械人)

總結

以實際問題作為專題研習題目:

- 促進綜合和應用知識與技能
- 以單元課程促進學生親身探究的經驗，建立學生動手的能力與信心
- 手腦並用的課堂提供多元化的學習經驗，讓善於不同學習取向的學生有更多的發揮

總結

以實際問題作為專題研習題目:

- 引導學生記錄自己的學習歷程，多給學生口頭和圖文並茂的解說機會
- 多以數據和動手經驗刺激學生的思考
- 鼓勵學生交流，互相提出意見
- 建立教師和學生對學習的信心