

二零二二年香港學生科學比賽

延伸摘要(發明品專案設計)

隊伍號碼: **SCPE015**

作品名稱: 抽熱式節能熱水爐 (**Peltier Enhanced Shower Heater**)

參賽類別: 發明品專案設計

直至 2022 年 5 月 15 日, 經過仔細的文獻搜索, 就我們所知, 現時有 / 沒有* 相類似的作品。

如有 類似的作品, 相關產品或研究的參考的連結如下:

- 熱泵熱水器
https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_764/HeatPumpPamphlet.pdf
- 廢水回收系統
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/290/1/012091>

我們的作品就現有產品或研究所作出的改良為:

在熱水爐設計上, 我們以製冷片和熱交換器代替熱泵, 由洗澡後剩下的廢熱水中抽取熱能, 加熱洗澡水, 循環使用廢熱水的熱能從而節省能源。此外, 對比熱泵熱水爐, 我們的熱水爐用較輕巧小型的製冷片代替較大型的熱泵, 令熱水爐的佔地空間大幅下降。

另外, 對比廢水回收系統, 我們的熱水爐沒有廢水缸, 也避免了廢熱水在廢水缸冷卻, 導致可抽取的熱能減少, 並節省了所需的空間。

I. 前言

近期因俄烏戰爭爆發，能源價格上漲，我們的抽熱式節能熱水爐能減少全球能源用量和減少購買能源的開支。此外，現時市面上的節能熱水爐均有不足之處，如太陽能熱水爐受天氣限制：在陰天和雨天等天氣中，太陽能熱水爐的運作不穩定；市面上其他的熱泵熱水爐亦需要長時間來加熱熱水。市面上各熱水爐的詳細比較可參閱報告內的圖表。而我們設計的抽熱式節能熱水爐利用製冷片抽取廢水中的熱能以加熱洗澡水，能解決市面上熱水爐的不足並節省大量的能源。

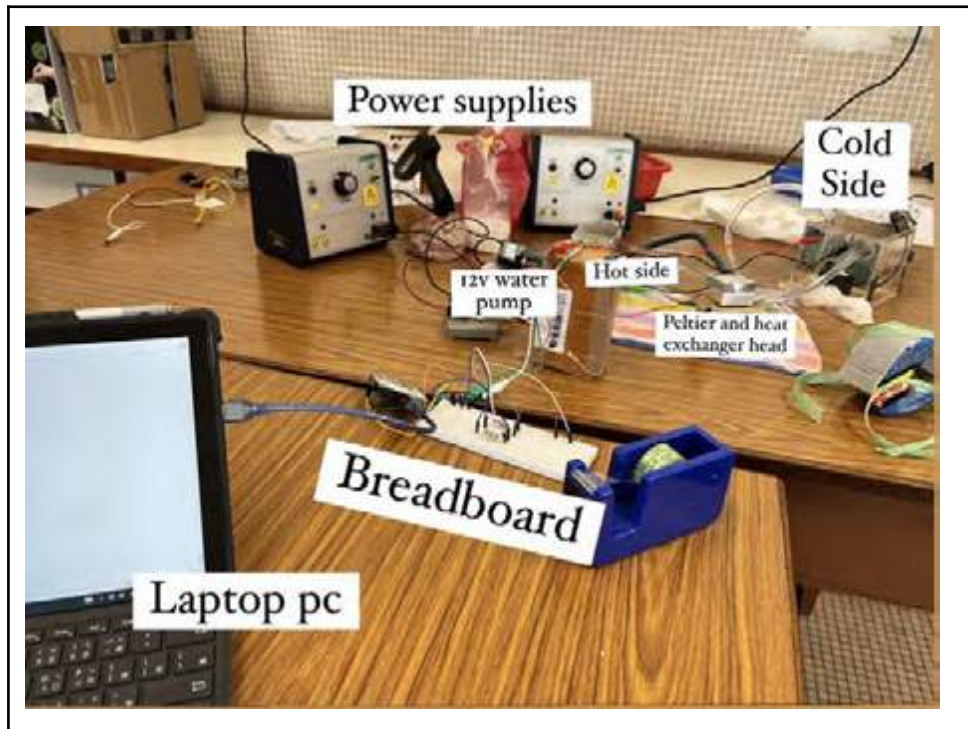
熱水爐的受眾包括兩大類人。第一，香港市民，尤其是基層貧困人士。以劏房住戶為例，他們需要多人使用一個浴室，而龐大的電費開支亦加重了他們的經濟負擔，我們希望能節省能源從而減省電費，幫助他們減輕經濟壓力和負擔。第二，公共運動場所，如康民署體育館及公共游泳池更衣室內的洗澡設施等。這些場地的使用人數多，能節省的能源也相對較多，所以我們希望能在公共運動場所設置我們的熱水爐，以節省更多的能源。

II. 目標

根據聯合國17個可持續發展目標，我們的發明品希望可達至聯合國的第七、十一及十三項可持續發展目標：分別為可負擔能源，永續城市和氣候行動。針對聯合國的第七項目標，我們需要研究出我們的熱水爐可以節約多少能源，以確保能減少電費開支，令貧苦家庭都能負擔電費開支，使用負擔得起、可靠和永續的現代能源。呼應聯合國的第十一項目標，我們希望我們的熱水爐可以減少對城市環境的負面影響如空氣污染，通過減少碳足跡以促進可持續的城市和環境發展。而為了達至聯合國的第十三項目標，我們應積極響應《聯合國氣候變化框架公約》，通過節約能源減少二氧化碳的排放量，從而應對氣候變化和影響。

III. 研究方法

一, 目的: 希望通過研究找出製冷片的能源系數(COP)。



(第一實驗)

設置上圖實驗, 通過Arduino連接至水箱並記錄溫度計於兩個水箱內量度到的溫度, 從而利用公式計算出Peltier的能源系數及其加熱功率, 計算出製冷片的能源系數(COP)為2.06, 而一塊的製冷片的加熱功率是28.18W。運算步驟及實驗詳情可參閱比賽項目報告內附上的實驗報告(附頁II)。

二, 目的: 研究過濾器能否隔走廢水裡的廢物

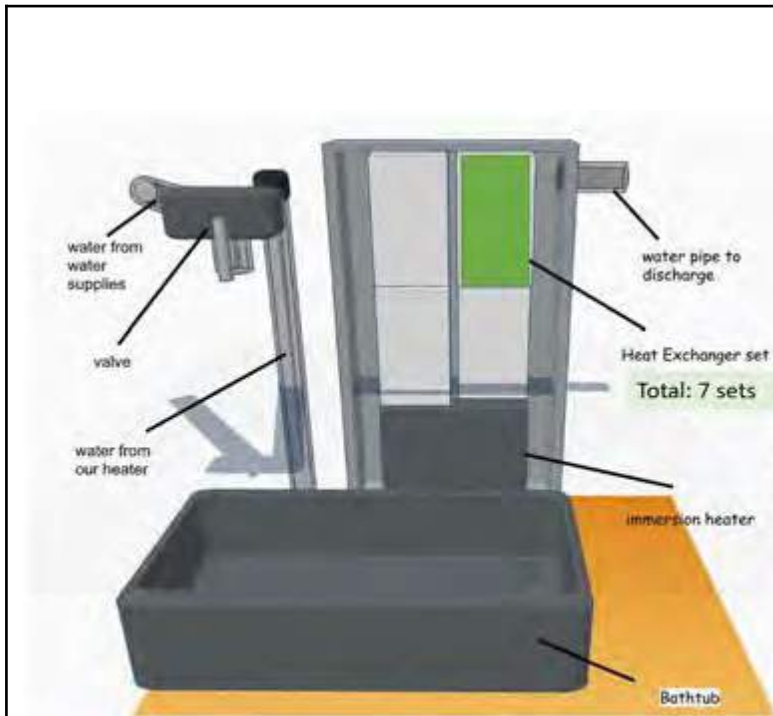
因為熱交換器的水管直徑很小, 廢水裡的廢物例如頭髮可能會導致管道淤塞, 影響熱水器的成效; 因此我們設計以下的過濾器來過濾頭髮, 並藉實驗來計算過濾器的成效。(第二實驗)



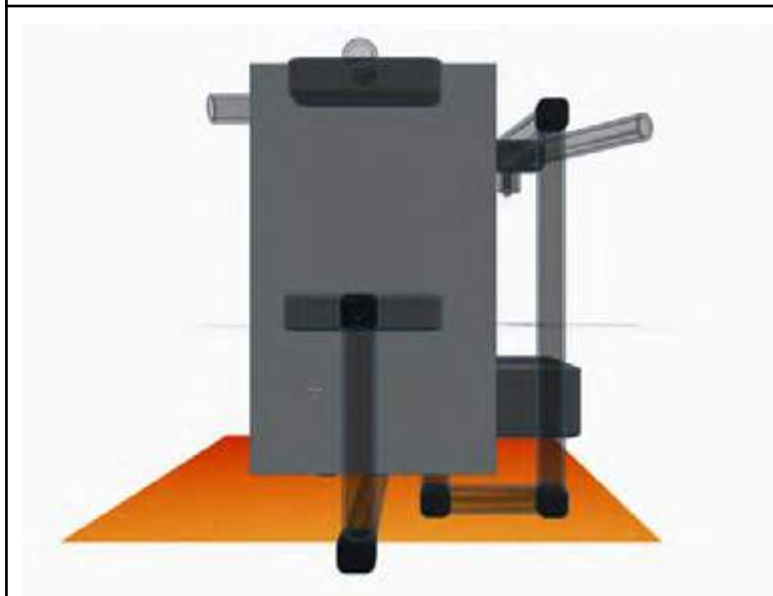
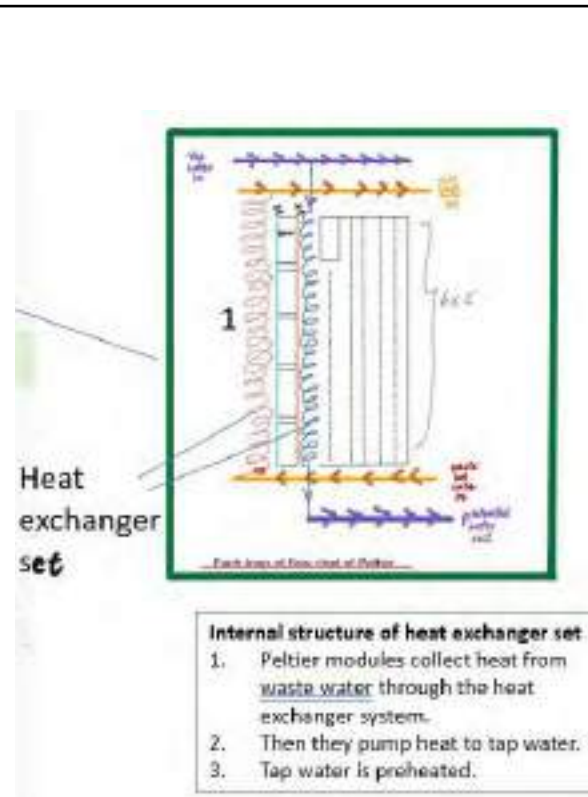
我們運用了篩及魚缸用的海綿製造過濾器。在此實驗中, 我們使用了25條頭髮並將頭髮與水混合, 配合攪動再將其慢慢倒進過濾器, 模擬洗澡時用家在洗澡時掉下頭髮的情況。結果顯示全部頭髮都被篩阻隔, 且還沒有滲透到海綿, 過濾的成效達到100%。

IV. 發明品的設計

抽熱式節能熱水爐首先收集洗澡後的廢水，以水管接駁至七組熱交換器，再利用製冷片抽取廢水中的熱能，用以預熱洗澡水，然後使用即熱式熱水爐加熱剩餘的熱水至洗澡的溫度，這樣能節省能源而且有效率地加熱洗澡水。



成品3D透視圖



後視圖



側視圖

V. 相關應用 / 市場需求

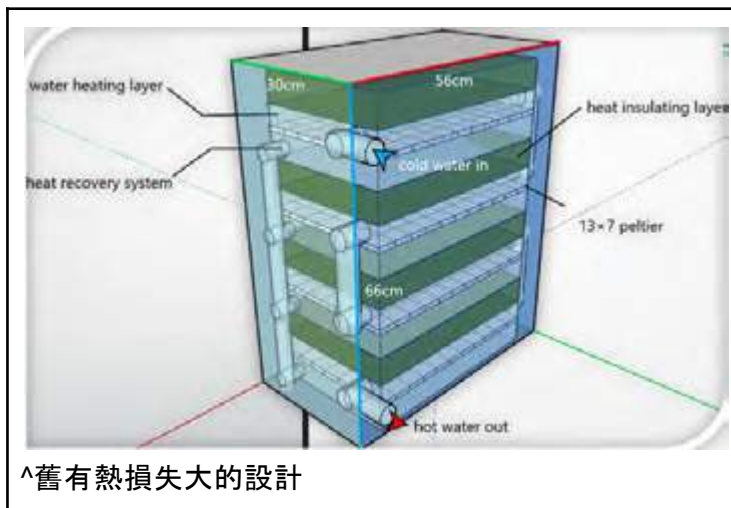
我們設計的熱水爐可以把洗澡後廢熱水中的熱量抽出，加熱洗澡水，以達到節能的目標，進而節省電費。在應用方面，我們能將抽熱式節能熱水爐應用於洗澡熱水需求龐大的地方。若這些地方在使用熱水後直接排走廢水，便會浪費很多廢水中的熱能。通過使用抽熱式節能電熱水爐，熱能會被循環利用，這令熱水爐在提供充足熱水的同時節約能量並節省電費，以減少公共場所或使用者使用熱水的經濟壓力和負擔。

VI. 結論

經過我們的實驗研究，結果顯示peltier的能源系數(COP)為2.06，數值大於1，即證明peltier有效地抽出廢水的熱能以加熱洗澡水；而經過計算，我們也計算出抽熱式節能熱水爐比典型熱水爐節省了22%的能源。由此可見，我們的熱水爐能節省能源以減低電費開支。而在未來，我們希望可以持續研究並與工廠溝通嘗試製造成品，再在實際成品上作出改善，使其加熱效率更高，持續減少碳排放，促進達致碳中和，創造一個綠色未來。

PESH是以我們學校之前的比賽作品為題進行了持續研習，有關改良如下：

- 在實驗方面，我們使用經改良的設備，減低熱損失，提高了實驗的準確度，盡可能減少誤差，最後我們成功找到製冷片更準確和更高的能源系數(COP)。
- 在設計方面，之前的比賽作品是直接運用製冷片作加熱部分，只以peltier作抽熱和加熱，效率不佳。而我們此次設計的是混合模式的熱水爐，首先第一部分是將廢熱水收集運送到熱水爐的熱交換器組(Heat exchanger set)，用製冷片抽出熱能，預熱洗澡水到40攝氏度。第二部分是以前熱式電熱水爐加熱元件將預熱部分加熱到60攝氏度，以達到洗澡水的所要求的溫度。用此設計是因為我們算出利用製冷片加熱至此預熱溫度的效能最高，結合電熱水爐可以提升整個熱水爐的效能和也達到較大的節能，大大提高了發明的實用性和可能性。



^舊有熱損失大的設計

- 在計算方面，我們參考了更多文獻，得到了更多可信的資料及數據。而計算過程也比以往更為嚴謹，結果更準確；此外我們使用經改良的設備，減低熱損失，提高了實驗的準確度，盡可能減少誤差，最後我們成功找到製冷片更準確和更高的COP。
- 我們亦鎖定了受眾於基層貧困人士及公共運動場所，這為我們的研究奠定了方向。