

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：電池點火器-研究不同巧克力包裝紙的剪裁對不同電池點火的影響

一、摘要：

利用電池和巧克力鋁箔包裝紙製作電池點火器，提升野外求生技能。我們針對市售巧克力鋁箔包裝紙和市售電池做了一系列的通電起火研究分析。市售巧克力鋁箔包裝紙的起火能力以明治和巧趣多Hello Kitty 巧克力最高。巧克力鋁箔包裝紙的『窄度』以1mm起火效果最佳，在『寬度』方面則在4~6mm的範圍最容易起火，『長度』以能適當連接正負極的4cm長度最適合。『剪裁形狀』則以蝴蝶結型和漏斗型最易起火。透過剪裁鋁箔使某一段變細，進而使電阻變得大，愈容易溫度上升，這與我們所學到的熱功率 $P=I^2R$ 相符。實驗結果顯示擁有最佳起火能力的電池分別為金頂及勁量3號鹼性電池。

二、探究題目與動機 Ex.問題來源與動機（可用科學的方式來解釋）。

網路上有很多相關的影片，不過大部份是點燃口香糖鋁箔紙，也有用一些是用香菸盒裡的鋁箔紙。我們覺得很有趣，我們實際操作後發現通電後並不容易真正點火，有時不是立即燒斷就是冒煙焦黑，甚至有的根本沒有任何反應。近年黃箭口香糖已停產，再加上由於我們很喜歡吃巧克力，知道許多巧克力也是用鋁箔紙包裝，這使我們想探討使用電池通電巧克力包裝紙後的起火情形。

三、探究目的與假設 Ex. 針對觀察到的現象提出假設（不一定只有一項假設），並以現有資訊為基礎，運用邏輯思考推導出的假設。

我們假設將市售巧克力包裝紙進行適合的剪裁，並使用合適電池就能成功利用電池通電起火，於是我們進行一連串的實驗來探討『不同條件』的巧克力鋁箔包裝紙和市售電池對電池通電巧克力包裝紙的起火影響。以下是我們的研究目的。

一、探討市售巧克力鋁箔包裝紙對電池通電的起火影響

- (一) 比較市售巧克力鋁箔包裝紙不同『窄度』對電池通電起火的影響
- (二) 比較市售巧克力鋁箔包裝紙不同『寬度』對電池通電起火的影響
- (三) 比較市售巧克力鋁箔包裝紙不同『長度』對電池通電起火的影響
- (四) 比較市售巧克力鋁箔包裝紙不同『剪裁形狀』對電池通電起火的影響

二、探討市售電池對通電巧克力鋁箔包裝的起火影響

- (一) 比較『不同品牌』的市售電池對通電巧克力包裝紙時的起火影響
- (二) 比較『不同型號』電池對通電巧克力包裝紙時的起火影響

四、探究方法與驗證步驟

實驗器材：剪刀、紅外線測溫儀、巧克力鋁箔包裝紙、電池、手機攝錄裝置、三用電錶、手指套。



市售巧克力鋁箔包裝紙



電池



手機攝錄裝置



三用電錶

實驗一、探討不同條件的市售巧克力鋁箔包裝紙對電池通電的起火影響

(巧克力品牌分別為 m牌:明治、C牌: 巧趣多Hello Kitty、A牌:安迪、M牌:夢巴拿)

(一) 比較市售巧克力鋁箔包裝紙不同『窄度』對電池通電起火的影響

用剪刀剪裁 4 種不同『窄度』的 m 牌巧克力鋁箔包裝紙，分別為 0.5mm、1mm、1.5mm 和 2mm，固定紙的寬度為 4mm，長度為 4cm，如圖 1-1。錄影以分析起火的秒數。

(二) 比較巧克力鋁箔包裝紙不同『寬度』對電池通電起火的影響

用剪刀剪裁 5 種不同『寬度』的巧克力鋁箔包裝紙，分別為 3mm、4mm、5mm、6mm 和 7mm 固定長度為 4cm，窄度為 1mm，如圖 1-2。錄影以分析起火的秒數。

(三) 比較巧克力鋁箔包裝紙不同『長度』對電池通電起火的影響

用剪刀剪裁 3 種不同『長度』的 m 牌巧克力鋁箔包裝紙，分別為 3cm、4cm 和 5cm，固定寬度為 4mm，窄度為 1mm，如圖 1-3。錄影以分析起火的秒數。

(四) 比較市售巧克力鋁箔包裝紙不同『剪裁形狀』對電池通電起火的影響

用剪刀剪出『漏斗型』、『缺口型』和『蝴蝶結型』的巧克力鋁箔包裝紙，如圖 1-4-1~1-6-2，寬度為 4mm，長度為 4cm，窄度為 1mm。錄影以分析起火的秒數。

圖 1-1 不同『窄度』

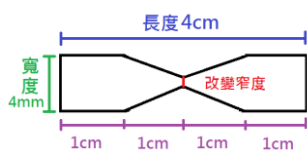


圖 1-2 不同『寬度』

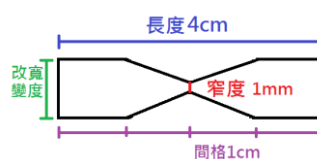


圖 1-3 不同『長度』

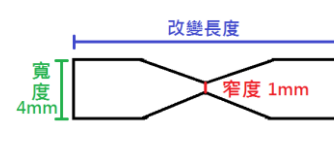


圖 1-4-1 『漏斗型』

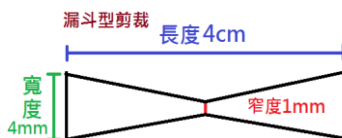


圖 1-5-1 『缺口型』

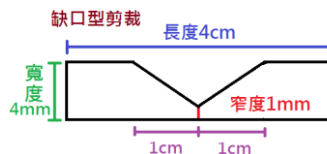


圖 1-6-1 『蝴蝶結型』

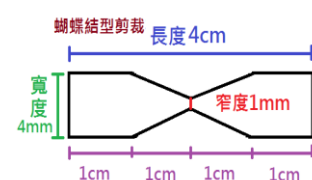


圖 1-4-2 『漏斗型』



圖 1-5-2 『缺口型』

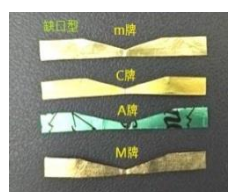
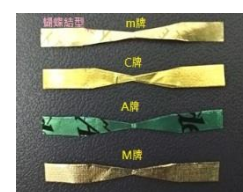
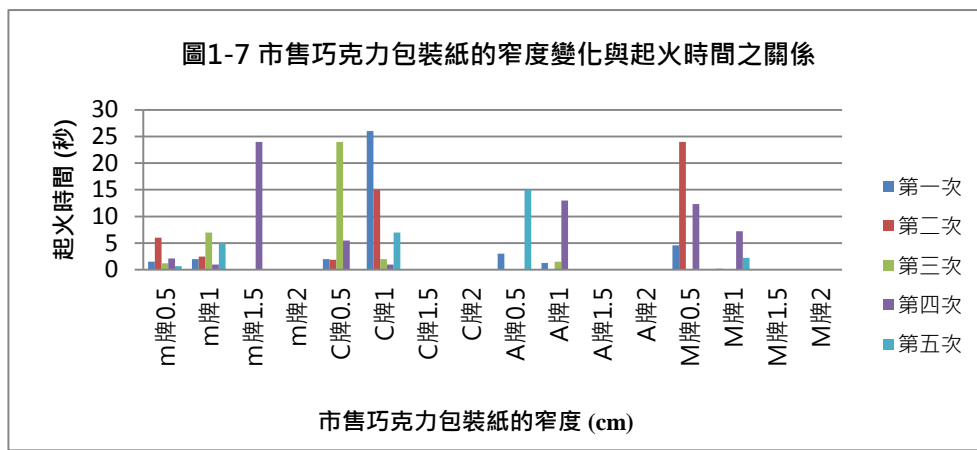


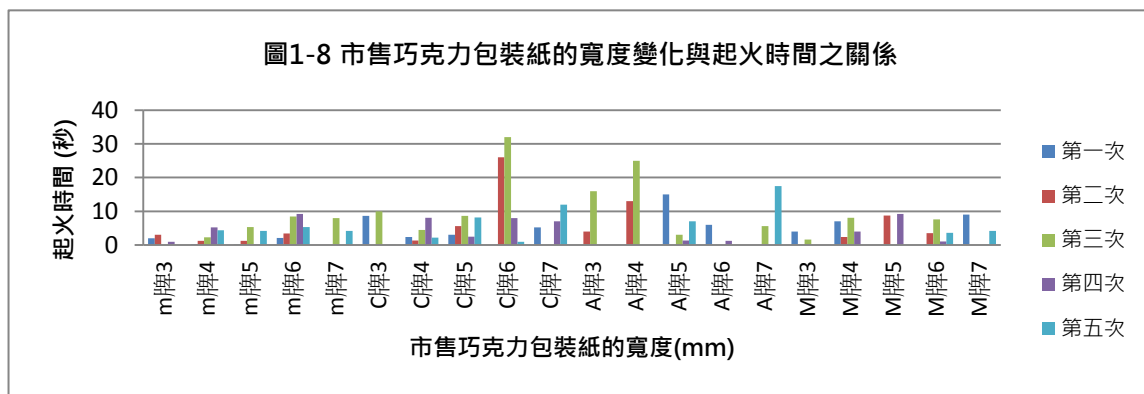
圖 1-6-2 『蝴蝶結型』



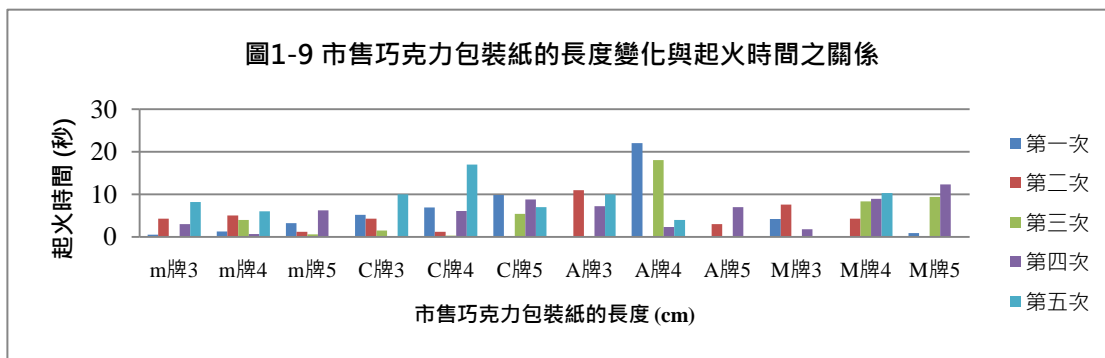
結果討論：



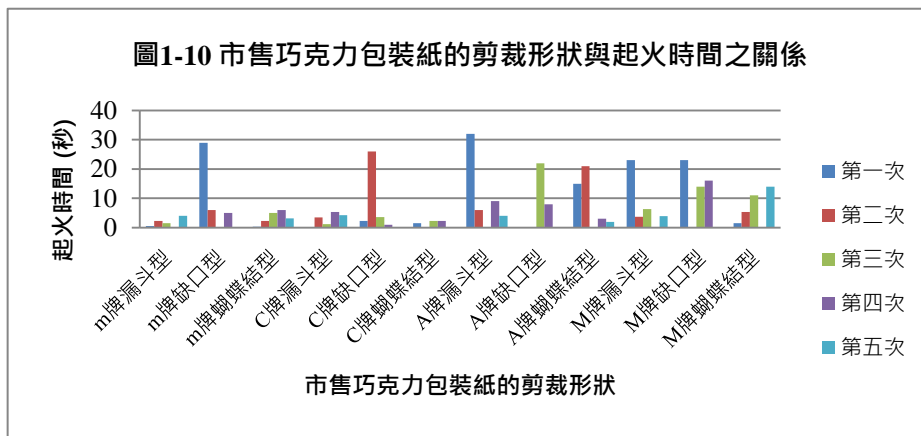
如圖 1-7 所示，m 牌和 C 牌巧克力包裝紙起火的成功率高於 A 牌和 M 牌。因為電流的熱效應，加上熱功率 $P=I^2R$ ，透過剪裁鋁箔紙使某一段變細，進而使電阻變得大，然後產生熱能達到巧克力鋁箔紙的燃點，窄度太小，導致電阻太大，鋁箔升溫太快就燒斷了，所以無法起火。由實驗結果發現剪裁適當的窄度可以有效提高鋁箔的電阻進而生熱起火而窄度為 0.5mm 和 1mm 時起火的成功率較高。



如圖 1-8 所示，m 牌和 C 牌巧克力包裝紙起火的成功率高於 A 牌和 M 牌。巧克力鋁箔紙寬度由 4mm 至 6mm 都有成功起火的機率。尤其以寬度為 4mm 和 5mm 時起火的成功率較高。寬的鋁箔較細的鋁箔能通過的電流較多。整體電阻較小，電流較大，缺口處發熱功率也變高了。鋁箔再加寬，也增加不了什麼電流。



如圖1-9所示，m牌和C牌巧克力包裝紙起火的成功率高於A牌和M牌。適當的長度比較方便操作，長度為3~5cm都能起火成功，以4cm的成功率較高。



如圖 1-10 所示，蝴蝶結型和漏斗型的起火成功率高於缺口型。m 牌和 C 牌巧克力包裝紙起火的成功率高於 A 牌和 M 牌。如圖 1-11 所示，因為 A 牌巧克力鋁箔包裝紙受熱之後容易產生紙和鋁箔分離的情況，導致鋁箔的熱無法傳遞給紙，所以不容易起火。如圖 1-12 所示，M 牌巧克力鋁箔包裝紙表面有突起，故容易導致通電時會有接觸不良的問題。



圖 1-11 A 牌巧克力鋁箔和紙受熱易分離



圖 1-12 M 牌巧克力鋁箔包裝紙表面有突起

實驗二、探討不同市售電池對通電巧克力鋁箔包裝紙的起火影響

(電池品牌分別為 P牌:國際、T牌:東芝、E牌:勁量、D牌:金頂)

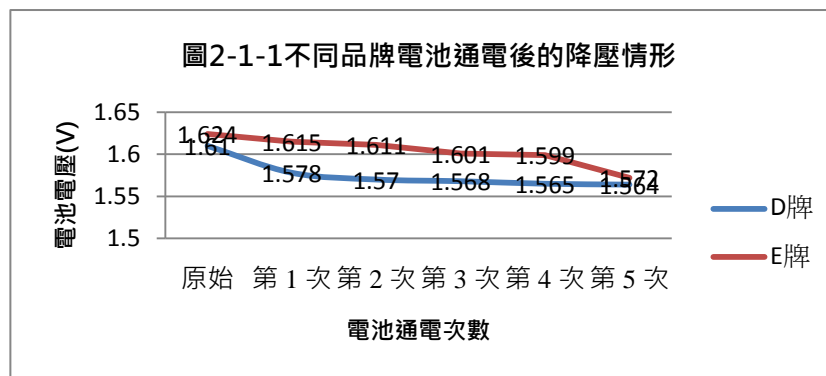
(一) 比較『不同品牌』的電池對通電巧克力包裝紙時的起火影響

使用 P 牌、T 牌、E 牌和 D 牌的 3 號電池，固定 m 牌巧克力鋁箔包裝紙的寬度為 4mm，長度為 4cm，中間窄度為 1mm。錄影以分析起火的秒數。

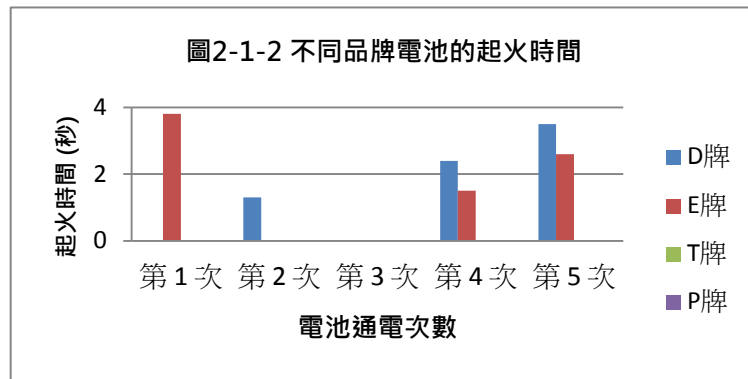
(二) 比較『不同型號』的電池對通電巧克力包裝紙時的起火影響

使用 1 號、2 號、3 號和 4 號的 D 牌電池，以及 9V、12V、鈕扣電池，固定 m 包裝紙的寬度為 4mm，長度為 4cm，中間窄度為 1mm。錄影以分析起火秒數。

結果討論：



如圖 2-1-1 所示，電池使用後，都會發熱發燙，若使用後在較為高溫下立即測量電池的電壓，測得的電池電壓值會較小些，等電池冷卻回到常溫，電池的電壓又會稍微回復到較高的電壓。無論是否起火，通電後電池電壓都會微幅下降。



如圖 2-1-2 所示，D 牌和 E 牌電池非常容易通電起火，T 牌和 P 牌電池則無法通電起火。3 號和 4 號鹼性電池非常容易通電起火，1 號電池有時可以起火，2 號電池則無法起火，9V 和 12V 及鈕扣電池皆無法使巧克力鋁箔紙起火。

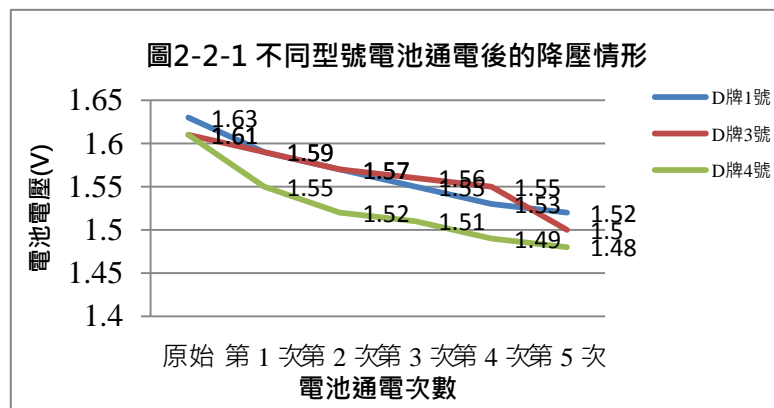
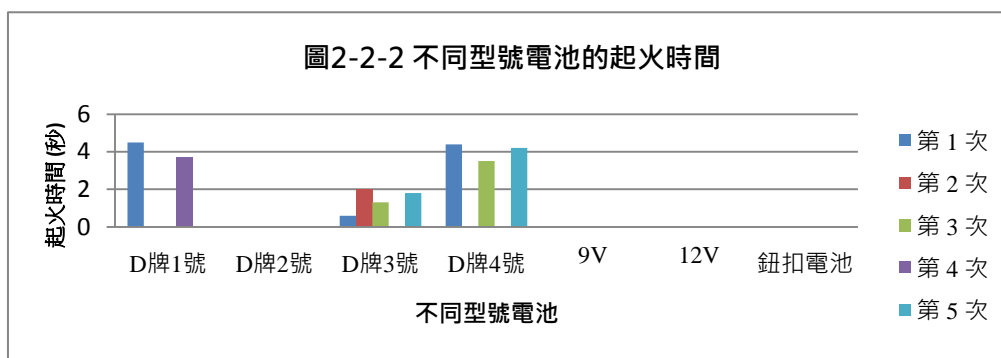


圖 2-3 刮除鹼性電池外漆



圖 2-4

如圖 2-2-1 所示，D 牌和 E 牌電池非常容易通電起火，T 牌和 P 牌電池則無法通電起火。如圖 2-3 所示，由於鹼性電池的外殼是正極所以可以刮除靠近負極的外包裝後減少鋁箔紙的使用量。



如圖 2-2-2 所示，D 牌的 3 號和 4 號電池非常容易通電起火，1 號電池有時可以起火，2 號電池則無法起火。無論是否起火，通電後電池電壓都會微幅下降。電壓太高的 9V 和 12V 電池及鈕扣電池皆無法使巧克力鋁箔紙起火。

五、結論與生活應用

茲將我們的實驗結果歸納成以下幾點結論：

- 一、市售巧克力鋁箔包裝紙的起火能力以明治(m 牌)和巧趣多 Hello Kitty (C 牌)巧克力最高。
- 二、當巧克力包裝紙不夠大時，可直接利用鹼性電池的「正極」外殼與負極相接。『長度』則以能適當連接正負極的長度最適合。本實驗鋁箔紙起火的理想長度為 3~5cm，而 4cm 的成功率較高。
- 三、巧克力鋁箔包裝紙的『窄度』為 1mm 起火效果最佳，在『寬度』方面在 4~6mm 的範圍最容易起火。
- 四、『剪裁形狀』則以蝴蝶結型和漏斗型最易起火。
- 五、擁有最佳起火能力的電池分別為 D 牌(金頂)及 E 牌(勁量)3 號鹼性電池。

我們的研究可做為生活應用:

- 一、利用隨身物品及所學的科學知識來提升野外求生技能。
- 二、利用電池和巧克力鋁箔紙自製打火機來點燃營火、烤肉、煮水。

參考資料

- 一、五種常見的巧克力的包裝材料簡介
<https://www.swop-online.com/news/info/452.html?mid=85>
- 二、鹼性電池的構造
http://10930984547.blogspot.com/2018/04/blog-post_7.html
- 三、電池可以點火?末日求生找火篇!!
<https://www.youtube.com/watch?v=DWsRunuU28c>