

那一種柏油路最好

初小組物理第一名

高雄市獅甲國民小學

作者：季婉玉、李致毓
黃秀琳

指導老師：陳國水、陳啓耀

一、研習動機：

星期日，我和媽媽坐汽車到外婆家，車子在馬路上，忽然上、下顛動幾下，回頭一看，原來是路面壞了。我想：「好好的柏油路爲什麼會破裂呢？」回到學校，我和幾位同學去請教老師，老師爲我們說明一些有關柏油路的問題，並希望我們去實驗尋求答案。我們就着手收集一些資料、器材，並請教老師指導方法，開始我們的實驗工作。

二、研習問題：

- (一)瀝青和各種不同的物質混合結果，它們的堅固力是不是一樣？
- (二)瀝青和各種不同的物質混合結果，它們的耐熱力是不是一樣？
- (三)瀝青和各種不同的物質混合結果，它們的耐水力是不是一樣？

三、研習材料：

瀝青、水泥、紅土、沙子、石子、6磅鉛球、電熱器、試驗盆、模型盒子、量杯（100立方公分）、碼錶。

四、研習過程：

研習一：

瀝青和一種物質混合結果，它們的堅固力、耐熱力、耐水力是不是一樣？

〔實驗條件〕：

(一)瀝青和各種物質（水泥、沙子、石子、紅土），混合的比例是 1 : 2（瀝青一杯，物質兩杯）。

(二)攪拌要均勻。

(三)製作的成品要大小相同（長16公分、寬12公分、高2公分）

(四)撞擊物（鉛球）的重量不變（6磅），撞擊位置在成品的中央。

(五)電熱器和各種成品的距離，在實驗時保持 30 公分。

(六)實驗盆內水的高度不變，實驗水是地下水。

〔實驗過程〕

(一)熔燒瀝青。(二)混合攪拌。(三)製作成品。(四)實驗比較。

(五)整理資料。

〔實驗結果〕

類 別 \ 混 合 物	瀝 青 + 石 子	瀝 青 + 沙 子	瀝 青 + 水 泥	瀝 青 + 紅 土
堅固力： （破裂時鉛球 的高度）	55 公分	60 公分	50 公分	40 公分
耐熱力： （表面熔解時 所需的時間）	33 秒	1 分 5 秒	3 分 7 秒	9 分 33 秒
耐水力： （浸水經過二 日後的現象）	沒有損壞 的現象。	沒有損壞 的現象。 很硬。	沒有損壞 但很軟。	有脫落、水變 紅部份瀝青有 裂縫現象。

〔我們的發現〕

(一)瀝青和紅土在攪拌時，顏色變成紅色，並且有形成一團，可能是紅土富有黏性的關係。

(二)瀝青+水泥在受熱時，表面會有泡泡。

(三)瀝青+紅土在受熱時，瀝青會浮起來，並且表面有些小泡，但很快就消失了。

- (四)瀝青和紅土混合物，浸在水裏經過兩小時，水都變紅的，可能是紅土脫離瀝青的原因。
- (五)瀝青和沙子浸在水裏，不但沒有損壞，而且最硬。
- (六)鉛球放置越高，衝擊力量越大。
- (七)製作的時後，不小心瀝青沾到手時，可以用汽油洗淨。
- (八)從堅固力的結果比較排列：1 瀝青+沙子 2 瀝青+石子 3 瀝青+水泥 4 瀝青+紅土。可以知道〔瀝青+沙子〕最堅固，〔瀝青+紅土〕最不堅固。
- (九)從耐熱力的結果比較排列：1 瀝青+紅土 2 瀝青+水泥 3 瀝青+沙子 4 瀝青+石子。可以知道〔瀝青+紅土〕軟化最慢，耐熱力最好；〔瀝青+石子〕軟化最快，耐熱力最差。
- (十)從耐水力的結果比較排列：1 瀝青+石子，瀝青+沙子 2 瀝青+水泥 3 瀝青+紅土。但〔瀝青+沙子〕比〔瀝青+石子〕還硬，所以〔瀝青+沙子〕的耐水力最好。〔瀝青+紅土〕的耐水力最差，最容易損壞。

研習二：

瀝青和二種物質混合結果，它們的堅固力、耐熱力、耐水力是不是一樣？

〔實驗條件〕：

(一)瀝青和物質混合的比例是 1 : 1 : 1 (瀝青一杯，石子一杯，水泥一杯)。

(二)其他條件和研習一相同。

〔實驗過程〕：

和研習一相同。

〔實驗結果〕：

類 別	混 合 物					
	瀝 青 + 沙 子 + 石 子	瀝 青 + 沙 子 + 水 泥	瀝 青 + 沙 子 + 紅 土	瀝 青 + 石 子 + 水 泥	瀝 青 + 石 子 + 紅 土	瀝 青 + 水 泥 + 紅 土

堅固力 (破裂時鉛球的高度)	50公分	50公分	40公分	45公分	35公分	40公分
耐熱力 (表面熔解時所需時間)	1分30秒	2分29秒	2分18秒	2分8秒	1分44秒	2分48秒
耐水力 (浸水經過二日後的現象)	沒有損壞的現象。	看到五、六個細沙的洞。	有一部分細沙搖動。	有一部分石子突出。	紅土、石子脫落、破碎。	紅土脫落、摸起來很軟。

〔我們的發現〕

- (一)〔瀝青+沙子+石子〕〔瀝青+沙子+紅土〕在受熱時，表面有瀝青浮起來。
- (二)〔瀝青+石子+水泥〕的邊緣比較快軟化，中間的地方比較慢軟化。
- (三)浸在水裏的每一樣柏油混合物都比原來還沒浸水時軟，其中以「瀝青+沙子+紅土」的最軟。
- (四)〔瀝青+沙子+石子〕浸在水裏後，最不容易損壞，而且它們也最硬。
- (五)〔瀝青+石子+紅土〕浸在水裏，經過半日後紅土脫落，石子也會掉出來，損壞很大，所以它們的耐水力最不好。
- (六)從堅固力的結果比較排列：1 瀝青+沙子+石子，瀝青+沙子+水泥。2 瀝青+石子+水泥。3 瀝青+沙子+紅土，瀝青+水泥+紅土。4 瀝青+石子+紅土。可以知道〔瀝青+沙子+石子〕和〔瀝青+沙子+水泥〕一樣最不容易破裂，最堅固。而〔瀝青+石子+紅土〕最容易破裂，堅固力最差。
- (七)從耐熱力的結果比較排列：1 瀝青+水泥+紅土 2 瀝青+沙子+水泥 3 瀝青+沙子+紅土 4 瀝青+石子+水泥 5 瀝青+石子+紅土 6 瀝青+沙子+石子。可以知道〔瀝青+水泥+

紅土]的耐熱力最好，而以〔瀝青+沙子+石子〕的耐熱力最不好。

(八)從耐水力的結果比較排列：1 瀝青+石子+沙子 2 瀝青+沙子+紅土 3 瀝青+沙子+水泥 4. 瀝青+石子+水泥 5. 瀝青+水泥+紅土 6. 瀝青+石子+紅土。可以知道〔瀝青+石子+沙子〕的耐水力最好，最不容易被水破壞；而〔瀝青+石子+紅土〕的耐水力最差，容易被水破壞。

研習三：

瀝青和三種物質混合結果，它們的堅固力、耐熱力、耐水力是不是一樣？

〔實驗條件〕：

(一)瀝青和物質的混合比例是1：1：1：1（瀝青一杯、石子一杯、沙子一杯、水泥一杯）。

(二)其他條件和研習一相同。

〔實驗過程〕：

和研習一相同。

〔實驗結果〕：

類 別	混 合 物			
	瀝青	石 子	沙 子	水 泥
堅 固 力： (破 裂 時 鉛 球 的 高 度)	50 公 分			
耐 熱 力： (表 面 熔 解 時 所 需 時 間)	3 分 12 秒			
耐 水 力： (浸 水 經 過 二 日 後 的 現 象)	沒 有 損 壞 現 象			
	瀝 青 + 石 子 + 沙 子 + 紅 土			
	沒 有 損 壞 現 象 水 質 變 紅。			

〔我們的發現〕

(一)從堅固力的結果比較：〔瀝青+石子+沙子+水泥〕最堅固。

(二)〔瀝青+沙子+石子+水泥〕在受熱時，軟化較慢、耐熱力

最好。

(三)〔瀝青+沙子+石子+水泥〕及〔瀝青+沙子+石子+紅土〕浸在水裏，經過二日後，還沒有損壞的現象，但以〔瀝青+沙子+石子+水泥〕的比較硬。

(四)〔瀝青+沙子+石子+水泥〕在受熱時，表面有許多瀝青小泡。

五、研習心得：

(一)〔瀝青+石子〕比較好攪拌，但硬化時會高低不平。

(二)沙子+石子混合瀝青攪拌後，較像馬路上的柏油路。

(三)紅土比較不好攪拌，而且攪拌時會有一種像煮菜炸油的一種聲音，老師說：「那是因為裏面含有水分的關係」。

(四)瀝青和紅土的混合物浸入水中後，紅土會脫落，使水變紅。

(五)瀝青和不同的物質所做成的柏油混合物，浸在水中後，都比沒有浸入水中的軟。而且表面比較光滑。

(六)我們在實驗中，如果手沾到瀝青，可用汽油或毛巾沾溫水洗淨。

(七)下雨後的柏油路為什麼有裂洞？經過實驗證明，是因為裏面含有泥土的成分。

(八)瀝青和紅土在攪拌時，會形成一團，可知紅土富有黏性，用電熱器烤它，比較不容易軟化，可知紅土的耐熱力較好，可惜浸水後，加有紅土的瀝青混合物，最快損壞，所以紅土不適用於做柏油路的材料。

(九)柏油路應該以堅固力、耐熱力、耐水力都強的最好，而綜合以上實驗結果，堅固力是沙子最好、石子第二，耐熱力是紅土最好，水泥第二，而耐水力以沙子最好，石子第二。又因紅土雖耐熱力最好，但耐水力最差，所以我們想，最好的柏油路除了用石子、沙子外，如果再加上水泥，可能會更好。