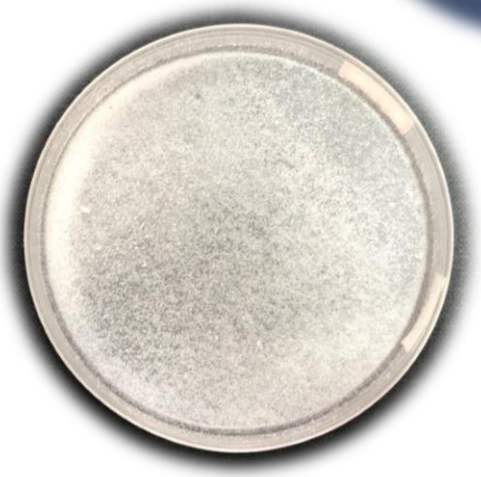
嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會作品說明書

「冰」山美人隔層「砂」

—玻璃砂延緩冰塊融化速度之研究



科別：物理科

組別：國小組

關鍵詞：玻璃砂、冰融化、光折射反射

編號：

中　華　民　國　一　0　九　年　三　月　二　十　四　日

摘要

本研究探討灑玻璃砂對冰塊融化的影響。玻璃砂延緩冰塊融化速度的科學原理是光線進入玻璃砂球體會產生二種情況，情況一：部分反射、部分折射，情況二：全反射的現象，因此可以減緩光線的熱進入冰。將玻璃砂均勻灑在冰塊上，分隔 10 分鐘測量冰融化成水的重量%，以了解冰融化流失的比例。變因有：有無玻璃砂、玻璃砂粗細、厚薄玻璃砂層、食鹽與玻璃砂比較、日照強度等實驗，結果發現，在冰塊上加上玻璃砂層有減緩 8%的效果，玻璃細砂效果比粗砂效果勝 3%；厚層比薄層效果勝 10%；玻璃細砂比食鹽顆粒較細，效果勝 4%。由以上結論建議可在冰山上灑較細的玻璃砂，越厚層效果越佳。

壹、研究動機

我們看到一則新聞(https://reurl.cc/pdmrbr)是科學家將玻璃珠撒在冰川表層，防止融化，因為玻璃珠有助反射陽光，並減緩過去幾年來快速的融化速度。我們很好奇這個方法是否有用，也很好奇改變玻璃珠的不同性質(例如厚薄、粗細)，甚至是用其他材質替代玻璃珠，會有甚麼結果呢？所以我們以此為主題進行研究。

圖 1：研究玻璃砂與冰山融化的關係的組織官網照片

貳、研究目的

研究一：玻璃砂**有無**對冰塊融化速度的影響

研究二：玻璃砂**厚薄**對冰塊融化速度的影響

研究三：玻璃砂**粗細**對冰塊融化速度的影響

研究四：**食鹽與玻璃砂**對冰塊融化速度的差異

參、研究器材與設備

玻璃砂、電子天平、食鹽、培養皿、3M77 萬能噴膠、塑膠盒、冰塊、照度計、溫度計、計時器。

肆、研究過程與討論

一、實驗設計歷程

(一)科學原理

1.文獻來源

查詢資料(https://reurl.cc/pdmrbr 及 https://www.ice911.org/)得知，當陽光照射到冰山上的玻璃珠，會因為玻璃珠的材質產生反射、折射現象，讓進入冰山的熱量減少，產生延緩冰融化速度的效果。

我們想模擬將玻璃砂撒在冰山上的做法，一開始的想法是在塑膠盒內裝入冰塊，直接在冰塊上灑玻璃砂，但是，操作後發現，冰塊是四面八方融化，上層融化成水，玻璃砂會隨著水流走，變成玻璃砂量無法控制，因此，改為先將玻璃砂放在透明度極高的培養皿上，這樣可以控制玻璃砂量是固定的。

2.示意圖

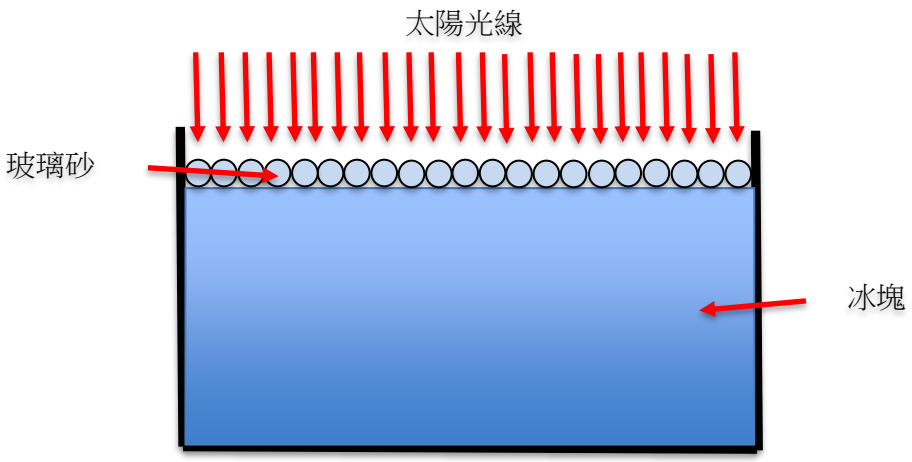


圖 2：在冰塊上放玻璃砂

由圖 2 我們可以知道，光線會先穿過透明的玻璃珠，再照射到冰塊，若透明的玻璃珠真的可以減少冰塊融化的情況，那麼在光線穿過玻璃珠的時候發生了什麼事？

3.光進入水的行進情況

我們想要了解光線穿透圓形透明玻璃珠的行連情況，但是玻璃珠太小，無法真實看到光線的行進方式，這讓我們聯想到彩虹是小水滴的產生，於是我們查閱相關彩虹產生的資料，得到以下結論：

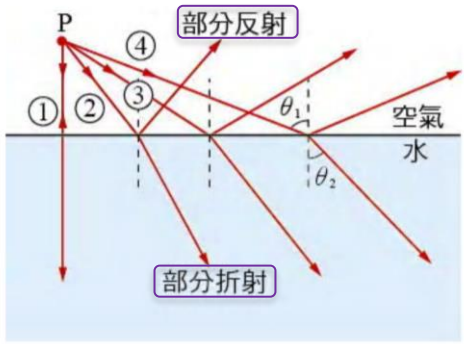


圖 3：光線由空氣進入水中
(圖片來源：高中物理課本)

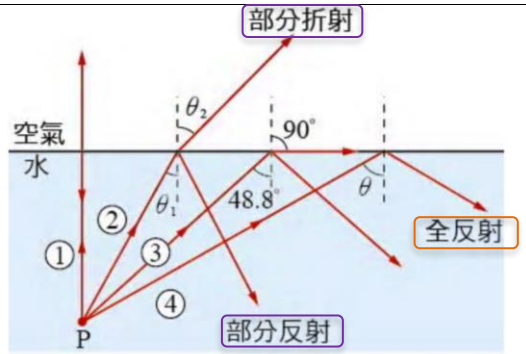


圖 4：光線由水中跑到空氣中
(圖片來源：高中物理課本)

圖 3 為光線由空氣進入水中，此時會發生一種情況，部分反射與部分折射。圖 4 則是光線由水中進入空氣，此時會發生兩種情況：部分反射與部分折射、全反射。

4.光進入透明球體的行進情況

(1)部分折射、部分反射

由科展「『虹』水猛獸-探討水中的彩虹現象」(參考資料三)研究結果得知，光線進入玻璃珠確實有部分折射與部分反射的現象，在圖 5 畫圈處發現雷射光不僅穿透玻璃球(產生部分折射)，還有反射至黑色板上(產生部分反射)。

圖 6 則是光進入水珠內的折射與反射示意圖，圖 6 中紫色的箭頭代表光進入水珠的路徑，而紅色的箭頭則是光部分反射或部分折射出水珠的路徑。

這個結果應用到我們的作品，在冰上灑玻璃珠，光照射到這些玻璃珠時，有部分反射及部分折射的光不會進入到冰的內部，所以熱源會減少。

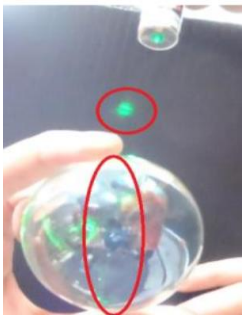
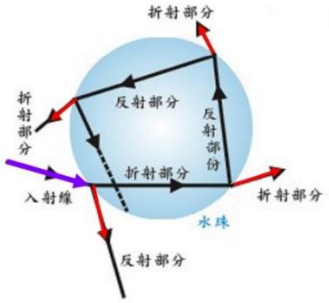
	

圖 5：光進入玻璃球產生部分折射、部分反射。 (圖片來源：參考資料三)	圖 6：光進入水珠內產生部分折射及部分反射。 圖片來源： https://reurl.cc/WdEvre

(2)全反射

圖 7 是彩虹形成的原因，兩次折射一次反射：

①彩虹的產生為光線由空氣進入水珠，此時發生第一次折射。

②接著，光線在水珠發生第一次反射。

③再來，光線由水珠跑出空氣，發生第二次折射。

由圖 7 我們可以知道，入射光由左上進入，出射光由左下射出，可以將光線反射，進而達到減少光線跑到右側(冰層的位置)。

然而，要有效的減緩冰塊的融化則必須讓大量的光線反射，由圖 8 我們可以知道，光線是四面八方入射水滴中，而圖 8 當中的 1 為直接穿透(入射角為 0 度)，所以幾乎沒有減緩的效果，但是我們也發現，隨著光線往 8 的方向移動(入射角度逐漸變大)，產生全反射的機率也越高。

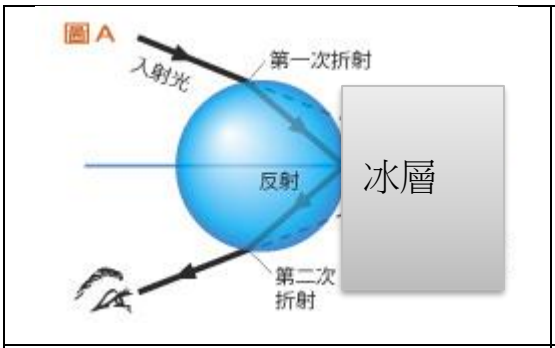
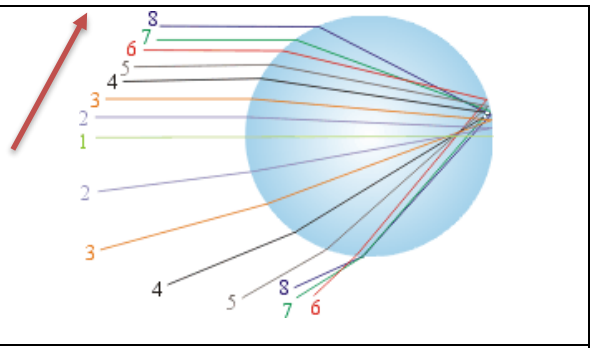
	

圖 7：彩虹產生原理 (圖片來源：科學人雜誌)	圖 8：不同角度的入射光線 入射角度越大，全反射機率越高。 (圖片來源：科學人雜誌)

查詢資料(資料四)得知，以水滴為例，若第一次折射角為 48.8 度時，則反射角也為 48.8 度，此時會發生「全反射」，也就是此束光線會全部反射，減緩冰塊的融化效果最好。

應用在我們這個實驗中，採用折射率比水滴(n=1.33)更高的玻璃珠(n=1.5)，替換成玻璃珠，查詢資料(資料四)，只要反射角大於 42 度，就會發生全反射。

(二)實驗前

我們曾經嘗試直接在冰塊上灑上玻璃砂，但是隨著冰塊融化，在冰塊表層的玻璃砂會不斷的流失，因為玻璃砂實在太細了，無法撈起來，不能繼續進行實驗。如果真的在冰山上灑玻璃砂，因為南北極的溫度極低，不致於一直流失玻璃砂，只是我們實驗的環境溫度無法低溫處理。因此，不得已使用玻璃砂放在透明培養皿上來進行實驗。

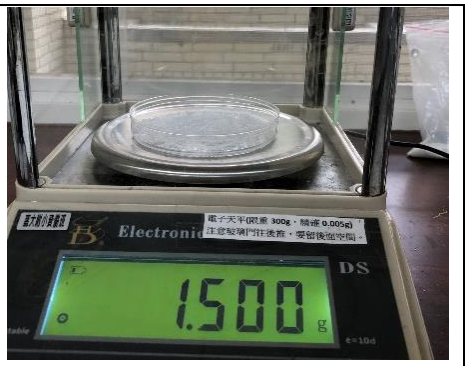
我們每次的實驗只能做出甲乙兩組，因為冰塊的融化速度快，而且我們做重複三次的數據，因此測量過程需迅速，。

再者，因為每次的氣溫、照度條件都不同，所以實驗一～實驗五的數據是不能交互比較的。

1.玻璃砂層製作流程

(1)在培養皿內噴 3M 77 萬能噴膠，距離 50cm，噴灑 3 秒；只有實驗一不噴灑噴膠，減少實驗誤差，其他實驗甲乙組皆有噴灑噴膠。

(2)噴好膠的培養皿放在電子天平上，再均勻撒上玻璃砂，留意玻璃砂的重量。

	
圖 9：在培養皿內噴 3M 77 萬能噴膠	圖 10：培養皿放在電子天平上，再均勻撒上玻璃砂

2.冰塊製作方法

(1)塑膠盒內裝入 85mL 的水。

(2)放入冷凍庫，等待凝固。

圖 11：塑膠盒內裝入 85ml 的水	圖 12：水凝固成冰塊

(三)實驗進行步驟

1.從冰箱內取出冰塊。

2.在冰塊上放置培養皿，移至室外陽光充足的位置。

3.每次計時日照 10 分鐘後進行測量，總共六次。

(四)測量方法

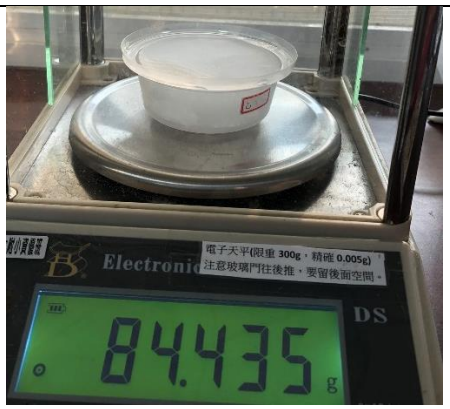
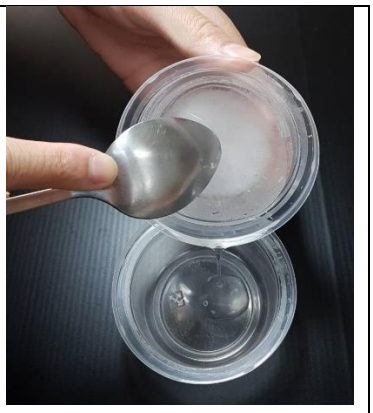
1.測量冰塊融化成水的百分比

(1)0 分鐘：測量冰重。

(2)每隔 10 分鐘：測量(冰+水)總重(A)，及融化成水的重量(B)。

(3)計算：融化水% $= \frac{B}{A} \times 100\%$

2.每次測量 10 分鐘內的照度範圍及溫度。

		
圖 13：測量溫度與照度	圖 14：測量冰重	圖 15：將水倒出並測量重量

二、實驗一：有無玻璃砂對冰塊融化速度的影響

我們由新聞得知玻璃砂有延緩冰融化的效果，但我們想求證這則新聞的真實性，所以設計了有無玻璃砂的實驗，我們找到了符合冰塊容器的培養皿讓兩邊條件可相同。

(一)變因

操縱變因：玻璃砂有無，甲：無玻璃砂、乙： 1.5g 玻璃細砂。

應變變因：測量融化水的百分比。

不變變因：冰重(81g~106g)、溫度(26℃~32℃)、照度(10800Lux ~59400Lux)、日照時間(每隔 10 分鐘測量一次，共 60 分鐘)、塑膠盒(奶酪盒)。

(二)實驗步驟

1.分成兩組玻璃砂層，此次沒有用噴膠，避免實驗誤差，甲：無、乙：薄 1.5g。

2.甲、乙玻璃砂層各 3 個放在冰塊上，置於室外陽光下。

3.每隔 10 分鐘，測量整盒重量及融化水的重量，計算剩融化水的%。

圖 16：甲：無玻璃砂、乙： 1.5g 玻璃細砂

圖 17：第一列 甲：無
第二列 乙：薄 1.5g 玻璃砂

(三)結果

時間 \ 重量(g)		甲：無玻璃砂				乙： 1.5g 玻璃細砂			
		甲 1	甲 2	甲 3	平均	乙 1	乙 2	乙 3	平均
0 分	冰(無水)	79.26	75.33	76.85	0%	78.13	78.56	80.18	0%
10 分	冰+水	79.26	75.33	76.85		78.13	78.56	80.18	

	融化水	5.43	7.75	5.88		4.89	3.56	4.11	
	融化水%	7%	10%	7%	8%	6%	4%	5%	5%
20 分	冰+水	82.68	78.73	80.91		81.83	82.05	84.03	
	融化水	15.33	14.61	15.47		12.83	11.97	12.06	
	融化水%	19%	19%	19%	19%	16%	15%	14%	15%
30 分	冰+水	82.50	78.68	80.63		81.84	82.01	84.00	
	融化水	25.87	26.20	25.62		22.46	21.57	21.39	
	融化水%	31%	33%	32%	32%	16%	26%	25%	22%
40 分	冰+水	81.66	77.14	80.59		81.67	81.98	83.26	
	融化水	38.32	37.43	38.34		32.15	33.88	34.92	
	融化水%	47%	49%	48%	48%	39%	41%	42%	41%
50 分	冰+水	82.10	76.95	80.44		78.68	81.84	81.33	
	融化水	48.25	46.99	48.42		39.50	43.34	43.04	
	融化水%	59%	61%	60%	60%	50%	53%	53%	52%
60 分	冰+水	81.99	76.88	80.27		78.38	81.74	81.24	
	融化水	64.08	63.63	62.59		54.93	58.68	59.84	
	融化水%	78%	83%	78%	80%	70%	72%	74%	72%

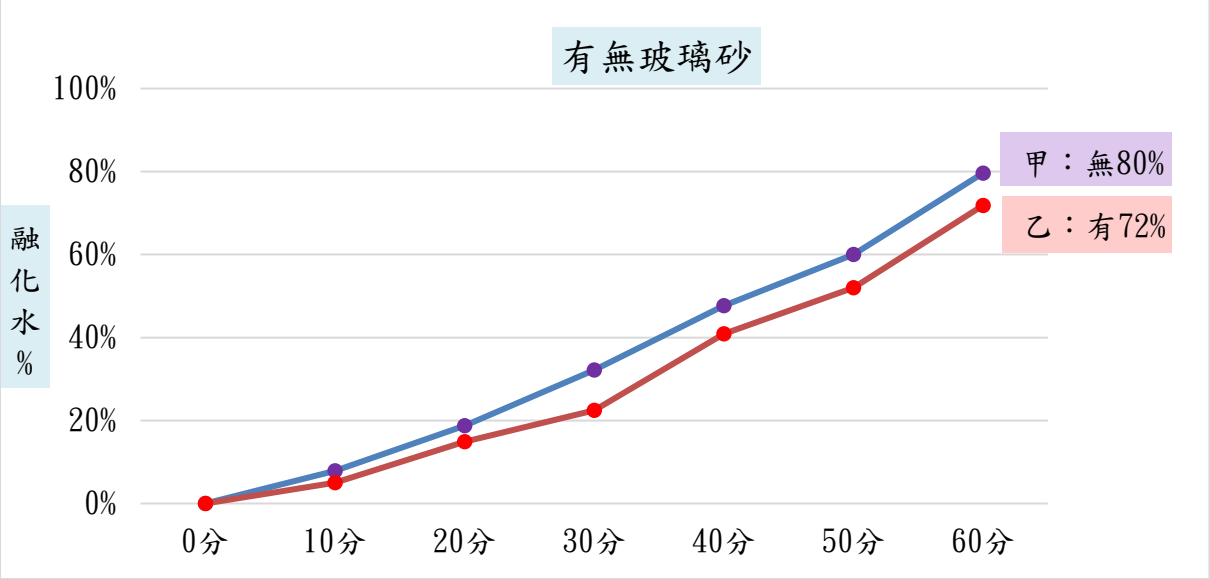


圖 18：有無玻璃砂層融化水的百分比

(四)討論

1.實驗結果顯示，甲組沒有玻璃砂和乙組有玻璃砂的效果差異為 8% (甲融化水 80%，乙融化水 72%)，代表甲組冰塊融化速度較快，乙組冰塊融化速度較慢。

2.我們推測，因為玻璃砂會隔絕及反射陽光，所以乙組有玻璃砂的冰塊融化速度較慢。

3.由此實驗證實玻璃砂確實有延緩融化冰塊的效果，所以，後續再做其他條件的實驗，例如：調整玻璃砂的粗細、重量，以深入了解玻璃砂對冰融化的影響。

三、實驗二：厚薄對冰塊融化速度的影響

因為玻璃砂每次使用的量都相同，所以我們想探討玻璃砂厚&薄的實驗。

(一)變因

操縱變因：玻璃砂厚薄 甲：薄 1.5g、乙：厚 3g。

應變變因：測量融化水的百分比。

不變變因：冰重(55.855g～70.855g)、溫度(25℃～34℃)、照度(62900Lux~72500Lux)、日照時間(每隔 10 分鐘測量一次，共 60 分鐘)、塑膠盒(奶酪盒)。

(二)實驗步驟

1.將不同重量的玻璃砂，平均灑在培養皿上，製造出不同厚薄的玻璃砂層，甲：薄 1.5g、乙：厚 3g。

2.甲、乙玻璃砂層各 3 個放在冰塊上，置於室外陽光下。

3.每隔 10 分鐘，測量整盒重量及融化水的重量，計算融化水的%。

圖 19：甲：薄 1.5g、乙：厚 3g	圖 20：甲：薄 1.5g、乙：厚 3g

(三)結果

時間	重量(g)	甲：薄 1.5g				乙：厚 3g			
		甲 2	甲 3	甲 4	平均	乙 1	乙 3	乙 4	平均
0 分	冰(無水)	60.31	64.43	75.31	0%	54.96	70.63	73.57	0%
10 分	冰加水	60.32	64.43	75.32		54.97	70.63	73.58	
	水	1.63	1.88	1.22		2.07	1.87	2.29	
	融化水%	3%	3%	2%	2%	4%	3%	3%	3%
20 分	冰加水	60.07	64.15	75.13		54.65	69.16	73.97	
	水	7.42	7.16	7.42		8.10	7.57	7.60	
	融化水%	12%	11%	10%	11%	15%	11%	10%	12%
30 分	冰加水	60.14	63.69	74.97		54.38	69.58	73.31	
	水	15.22	15.39	16.28		15.17	15.38	15.51	
	融化水%	25%	24%	22%	24%	28%	22%	21%	24%
40 分	冰加水	59.15	63.14	62.01		74.65	69.13	72.13	
	水	24.40	25.48	24.27		27.79	23.61	23.98	
	融化水%	41%	40%	39%	40%	37%	34%	33%	35%
50 分	冰加水	59.32	63.19	61.65		74.15	68.84	72.61	
	水	33.23	34.38	33.81		37.93	31.74	30.67	
	融化水%	56%	54%	55%	55%	51%	46%	42%	46%
60 分	冰加水	59.26	62.85	61.35		73.84	68.41	72.26	
	水	41.85	43.18	43.12		47.75	39.48	42.04	
	融化水%	71%	69%	70%	70%	65%	58%	58%	60%

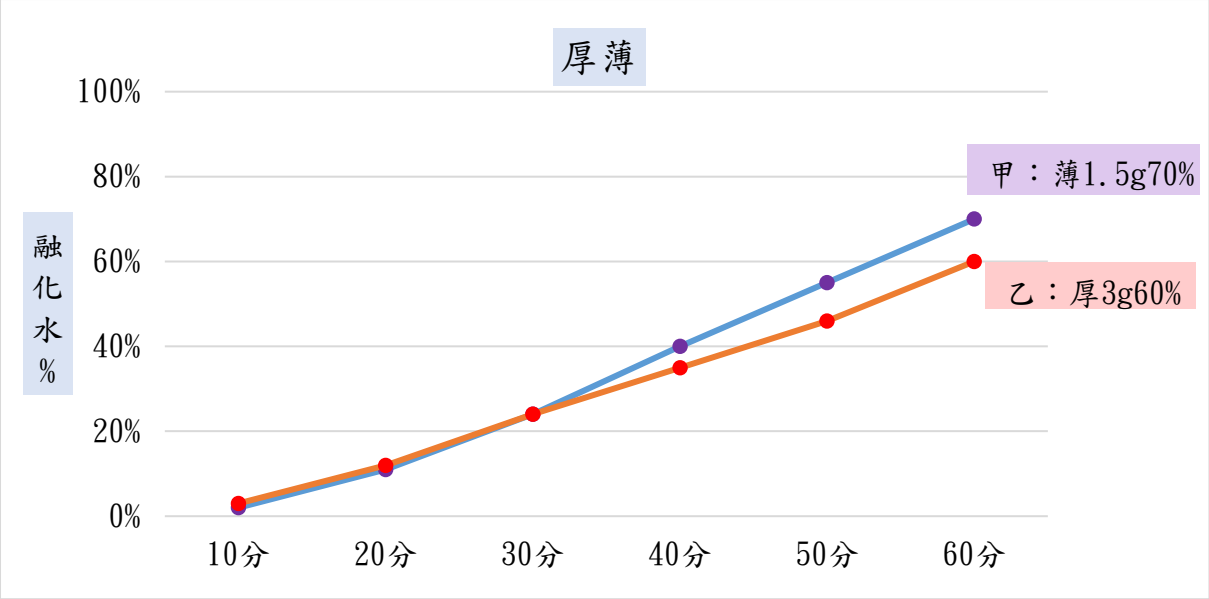


圖 21：厚薄玻璃砂層融化水的百分比

(四)討論

1.玻璃砂層厚薄對冰塊融化速度的影響：乙組厚的玻璃砂層減緩冰融化速度的效果較佳，薄的玻璃砂層減緩冰融化速度的效果較差(乙組融化水 60%，甲組融化水 70%)。

2.因為厚的玻璃砂層玻璃砂較多，會阻絕較多陽光，而且反射與折射較多，進入冰塊的熱量少，所以融化速度慢。反之，薄的玻璃砂層的冰塊融化速度較快。

四、實驗三：粗細對冰塊融化速度的影響

因為玻璃砂有分粗細，原本我們是取中間那一個，所以後來我們想到可以使用不同的粗細。

(一)變因

操縱變因：玻璃砂粗細(甲：細 2g、乙：粗 2g)。

應變變因：測量融化水的百分比。

不變變因：冰重(79.88g～82.335g)、溫度(22℃～33℃)、照度(10700Lux~58900Lux)、日照時間(每隔 10 分鐘測量一次，共 60 分鐘)、塑膠盒(奶酪盒)。

(二)實驗步驟

1.將不同粗細的玻璃砂，平均灑在培養皿上，製造出不同粗細的玻璃砂層，甲：細 2g、乙：粗 2g。

2.甲、乙玻璃砂層各 3 個放在冰塊上，置於室外陽光下。

3.每隔 10 分鐘，測量整盒重量及融化水的重量，計算剩餘冰的%。

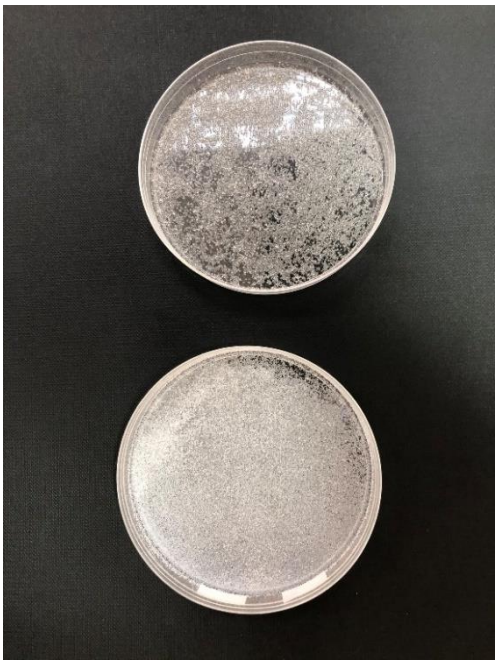


圖 22：甲：細 1.5g、乙：粗 1.5g

圖 23： 右 : 細　左 : 粗

(三)結果

時間 \ 重量(g)		甲：細 1.5g				乙：粗 1.5g			
		甲 2	甲 3	甲 4	平均	乙 2	乙 3	乙 4	平均
0 分	冰(無水)	85.12	84.99	84.52	0%	85.33	84.41	84.32	0%
10 分	冰加水	85.15	85.01	84.54		85.36	84.42	84.34	
	融化水	3.09	2.82	3.11		3.67	3.71	3.66	
	融化水%	4%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
20 分	冰加水	84.93	84.75	84.33		85.12	84.26	84.04	
	水	10.73	11.09	10.92		11.28	11.79	11.58	
	融化水%	13%	13%	13%	13%	13%	14%	14%	14%
30 分	冰加水	84.86	84.67	84.23		84.93	84.05	84.15	
	水	19.56	19.09	19.52		19.17	19.20	19.02	
	融化水%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%
40 分	冰加水	84.70	84.53	84.04		84.84	84.11	84.06	
	水	25.73	26.94	27.01		28.16	29.05	28.04	
	融化水%	30%	32%	32%	31%	33%	35%	33%	34%
50 分	冰加水	84.75	84.44	83.93		84.86	84.24	81.58	
	水	38.65	39.93	38.43		41.34	41.62	41.63	
	融化水%	46%	47%	46%	46%	49%	49%	51%	50%
60 分	冰加水	84.81	84.48	83.05		84.49	84.00	81.55	
	水	49.92	50.99	48.05		52.89	51.72	51.25	
	融化水%	59%	60%	58%	59%	63%	62%	63%	62%

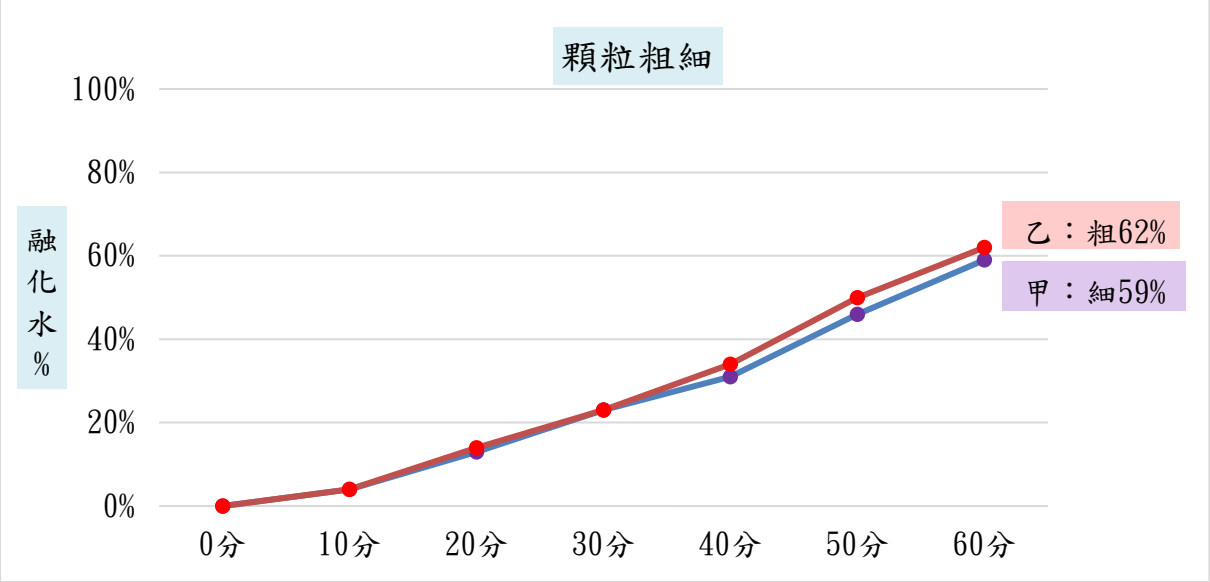


圖 24：粗細玻璃砂層融化水的百分比

(四)討論

1.甲組細玻璃砂延緩冰融化速度的效果比乙組粗玻璃砂的好(甲組：59%，粗：62%)，但效果不明顯。

2.我們認為可能是因為細的玻璃砂較容易灑均勻，所以折射反射較多，造成細玻璃砂組的溶化水量較少。

五、實驗四：鹽和玻璃砂對冰塊融化速度的差異

我們已經做過玻璃砂顆粒粗細與玻璃砂層厚薄的實驗，因為鹽能使冰塊溫度降低，所以我們想鹽也能造成陽光反射、折射，並讓鹽與玻璃砂進行比較。

(一)變因

操縱變因：鹽和玻璃砂 甲：鹽 1.5g、乙：細玻璃砂 1.5g。

應變變因：測量融化水的百分比

不變變因：冰重(86.08g~86.87g)、溫度(24.4℃～25℃)、照度(599Lux~1186Lux)、日照時間(每隔 10 分鐘測量一次，共 60 分鐘)、塑膠盒(奶酪盒)。

(二)實驗步驟

1.將鹽和玻璃砂，平均灑在培養皿上，製造出鹽和玻璃砂層，甲：鹽 1.5g、乙：細玻璃砂 1.5g。

2.甲鹽層、乙玻璃砂層各 3 個放在冰塊上，置於室外陽光下。

3.每隔 10 分鐘，測量整盒重量及融化水的重量，計算剩餘冰的%。

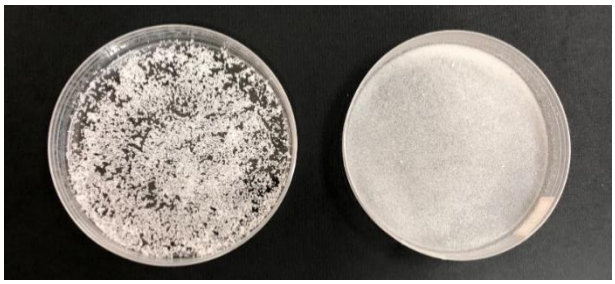


圖 25：甲：鹽 1.5g、乙：細 1.5g

圖 26：實驗過程

(三)結果

時間 \ 重量(g)		甲：鹽 1.5g				乙：細 1.5g			
		甲 2	甲 3	甲 4	平均	乙 2	乙 3	乙 4	平均
0 分	冰(無水)	86.58	86.72	86.39	0%	86.08	86.87	86.41	0%
10 分	冰+水	86.55	86.72	86.35		86.05	86.84	86.32	
	融化水	0.69	0.27	0.76		0.51	0.57	0.31	

	融化水%	1%	0%	1%	1%	1%	1%	0%	1%
20 分	冰加水	85.79	86.65	86.18		85.87	86.76	86.27	
	融化水	7.19	5.94	7.59		7.00	6.80	7.98	
	融化水%	8%	7%	9%	8%	8%	8%	9%	8%
30 分	冰加水	85.69	86.44	85.93		85.44	86.28	86.02	
	融化水	16.09	15.76	17.33		14.82	16.32	16.59	
	融化水%	19%	18%	20%	19%	17%	19%	19%	19%
40 分	冰加水	85.61	86.22	85.67		85.38	86.15	85.93	
	融化水	28.02	27.41	28.37		22.52	25.47	26.56	
	融化水%	33%	32%	33%	33%	26%	30%	31%	29%
50 分	冰加水	85.71	86.39	85.72		84.23	86.33	85.95	
	融化水	39.44	40.09	41.93		35.29	37.94	39.20	
	融化水%	46%	46%	49%	47%	42%	44%	46%	44%
60 分	冰加水	85.59	86.32	85.46		84.09	86.02	85.79	
	融化水	51.78	51.98	54.91		47.22	49.44	50.92	
	融化水%	60%	60%	64%	62%	56%	57%	59%	58%

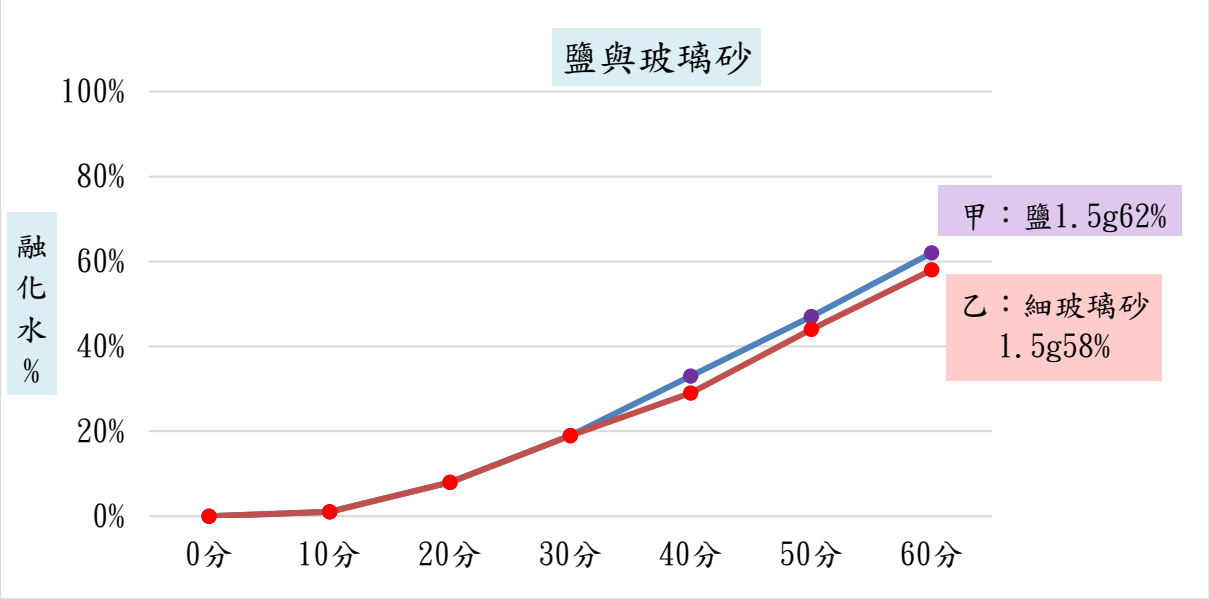


圖 27：鹽層與玻璃砂層融化水的百分比

(四)討論

1.實驗結果顯示，乙組細玻璃砂延緩冰融化的效果比甲組鹽好(甲：62%，乙：58%)，但效果不明顯。

2.食鹽有延緩冰塊融化的效果，我們推測，食鹽也可以隔絕及反射陽光，所以才會有延緩冰塊融化的效果。

3.我們發現此實驗結果數據與粗細玻璃砂實驗相似，可能是因為鹽的顆粒比細玻璃砂粗，所以實驗結果和粗細實驗差不多。

4.做了一段時間的實驗後，食鹽看起來濕濕的。因為培養皿下層接近冰塊，空氣中的水蒸氣會在培養皿上凝結成小水珠，所以才會濕濕的造成結塊。

六、實驗五：日照對冰塊融化速度的影響

平常我們都是照度大的陽光下做實驗，因此我們想試試看作陰影下的實驗。

(一)變因

操縱變因：日照(甲組：陰影處，乙組：陽光下)

應變變因：測量融化水的百分比。

不變變因：冰重(77.68g～82.7g)、溫度(無法控制)、日照時間(每隔 10 分鐘測量一次，共 60 分鐘)、塑膠盒(奶酪盒)。

(二)實驗步驟

1.將細玻璃砂，平均灑 1.5g 在培養皿上，製造出細玻璃砂層

2.甲、乙玻璃砂層各 3 個放在冰塊上，甲組置於室外陽光下，乙組置於陰影處。

3.每隔 10 分鐘，測量冰和水的重量、融化水的重量及照度與溫度，計算剩餘冰的%。

圖 28(上)：陽光下　圖 28(下)：陰影處	圖 29：實驗過程

(三)結果

時間	重(g)	甲 1.5g 陰影處				乙 1.5g 陽光下			
		甲 1	甲 2	甲 4	甲平均	乙 2	乙 3	乙 4	乙平均
0 分	冰(無水)	78.87	78.28	82.71	0%	81.01	77.68	80.21	0%
10 分	冰加水	78.99	78.43	82.86	9%	81.18	77.83	80.38	11%
	融化水	5.49	6.89	8.22		9.24	8.62	8.48	
	融化水%	7%	9%	10%		11%	11%	11%	
	照度:	109~110Lux				480~572Lux			
	溫度:	27.1℃~28.1℃				32℃~38℃			
20 分	冰加水	78.51	78.32	82.68	22%	80.74	77.64	80.03	29%
	融化水	16.84	16.54	19.31		23.81	22.31	22.02	
	融化水%	21%	21%	23%		29%	29%	28%	
	照度:	99~103Lux				167~509Lux			
	溫度:	28.1℃~28.5℃				28.7℃~38℃			
30 分	冰加水	78.32	78.24	82.46	36%	80.59	77.56	79.92	48%
	融化水	27.52	26.77	30.73		39.37	38.16	36.58	
	融化水%	35%	34%	37%		49%	49%	46%	
	照度:	94~99Lux				280~480Lux			
	溫度:	28.5℃~28.6℃				37℃~38℃			
40 分	冰加水	78.43	78.41	87.50	59%	80.15	77.75	78.27	67%
	融化水	41.97	57.65	43.93		54.64	51.96	51.88	
	融化水%	54%	74%	50%		68%	67%	66%	
	照度:	73~77Lux				355~444Lux			
	溫度:	28.3℃~28.5℃				38℃~39℃			
50 分	冰加水	78.57	77.38	82.30	67%	80.12	77.50	77.86	86%
	融化水	54.23	49.28	56.04		69.41	66.12	66.18	
	融化水%	69%	64%	68%		87%	85%	85%	
	照度:	70~71Lux				138~352Lux			
	溫度:	28.3℃~28.6℃				35℃~37℃			
60 分	冰加水	77.68	76.53	77.86	84%	79.73	77.20	77.79	100%
	融化水	64.61	60.84	68.50		79.53	77.20	77.79	
	融化水%	83%	79%	88%		100%	100%	100%	
	照度:	61~70Lux				175~299Lux			
	溫度:	28.3℃~28.6℃				35℃~36℃			

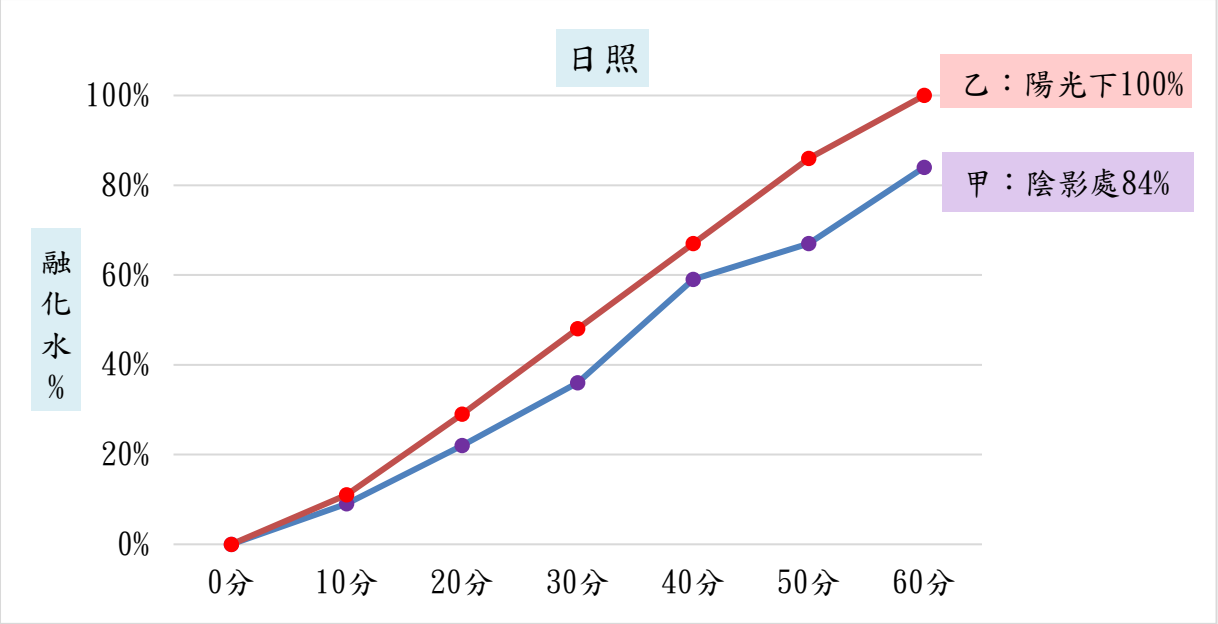


圖 30：在陽光下與陰影處砂層融化水的百分比

(四)討論

1.乙組在陽光下的融化水%大於甲組在陰影處，因為在陽光下所受到的日照較強、溫度也較高，所以冰的融化現象更明顯。

2.我們想知道在不同日照環境下冰塊融化的狀況，可是做實驗的時候才發現，在不同日照環境下溫度也會改變，因此沒辦法在改變照度時同時控制溫度。

伍、結論

一、有無玻璃砂對冰融化的影響實驗

60 分鐘後，甲組沒有玻璃砂和乙組有玻璃砂的效果差異為 8% (甲融化水佔 80%，乙融化水佔 70%)，分析原因為玻璃砂會隔絕及反射陽光，所以乙組有玻璃砂的冰塊融化速度較慢。

二、厚薄玻璃砂對冰塊融化的影響實驗

乙組厚的玻璃砂層減緩冰融化速度的效果較佳，薄的玻璃砂層減緩冰融化速度的效果較差(乙組融化水 60%，甲組融化水 70%)。因為厚的玻璃砂層玻璃砂較多，會阻絕較多陽光，而且反射與折射較多，進入冰塊的熱量少，所以融化速度慢。反之，薄的玻璃砂層的冰塊融化速度較快。

三、粗細玻璃砂對冰塊融化的影響實驗

甲組細玻璃砂延緩冰融化速度的效果比乙組粗玻璃砂的好(甲組：59%，粗：62%)，但效果不明顯。我們認為可能是因為細的玻璃砂較容易灑均勻，所以折射反射較多，造成細玻璃砂組的融化水量較少。

四、食鹽與玻璃砂對冰塊融化影響實驗

實驗結果顯示，乙組細玻璃砂延緩冰融化的效果比甲組鹽好(甲：62%，乙：58%)，但效果不明顯。我們發現此實驗結果數據與粗細玻璃砂實驗相似，可能是因為鹽的顆粒比細玻璃砂粗，所以實驗結果和粗細實驗差不多。

五、日照對冰塊融化的影響實驗

乙組在陽光下的融化水%大於甲組在陰影處，因為在陽光下所受到的日照較強、溫度也較高，所以冰的融化現象更明顯。

綜合以上，在冰塊上加上玻璃砂層有減緩 8%的效果，玻璃細砂效果比粗砂效果勝 3%；厚層比薄層效果勝 10%；玻璃細砂比食鹽顆粒較細，效果勝 4%；由以上結論建議可在冰山上灑較細的玻璃砂，越厚層效果越佳。

陸、參考資料

一、均一教育平台。全反射的條件及臨界角。取自：
https://www.junyiacademy.org/root/junyi-science/junyi-geometric-optics/v/yY3oiG85OK8

二、ICE911 組織網站(研發玻璃砂灑冰山作法)。
https://www.ice911.org/

三、游晴、張賀、陳冠綸、林芷筠、蔡家銘(民 102)。『虹』水猛獸-探討水中的彩虹現象。取自：102 學年度新北市科展。

四、高中選修物理，全反射。