水中的芭蕾舞者—水黽的浮沈生涯

國中組生物科第二名

高雄市立民族國民中學

作　　者：何國猷、劉灌輝

指導教師：林明輝

一、研究動機

假日曾與同學至澄清湖烤肉時，發現水面上漂浮著一隻隻體態輕盈、動作靈巧的昆虫在透明的水鏡舞台上展現一段段優美的芭蕾舞曲，頗令人羨慕。於是抓了幾隻回學校請教生物老師之後，得知這位舞技高超的“芭蕾舞虫”之芳名叫“水黽”！於是她的“凌波微步”就引起了我們的興趣，而展開了我們的研究。

二、研究目的

㈠水黽的構造如何？有那些構造？

㈡決定水黽浮沈的條件。

㈢影響水黽浮沈的因素。

1.毛氈對水黽浮沈的影響。

2.水溫對水黽浮沈的影響。

3.各種溶質對水黽浮沈的影響。

㈣毛氈對外界物質的感應。

三、研究器材設備

1.水黽 80 隻。

2.複式、解剖顯微鏡。

3.直尺。

4.葯用酒精。

5.衛厠塩酸。

6. 1 M NaOH。

7.花生油一瓶。
8.直徑25.cm玻璃缸五個。
9.細鐵絲。
10.棉花棒。
11.溫度計。
12. 1000cc燒杯。
13.三角架、石棉心網、酒精燈。
14.滴管。
15.蠟燭。
16.錶玻璃。

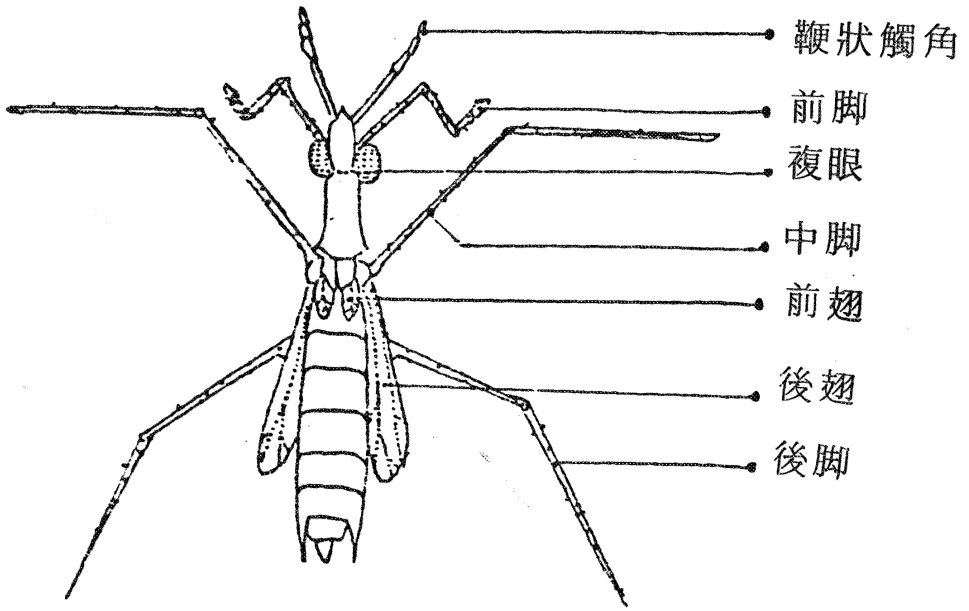
四、實驗過程、結果及討論

㈠水黽的構造如何？有那些構造？

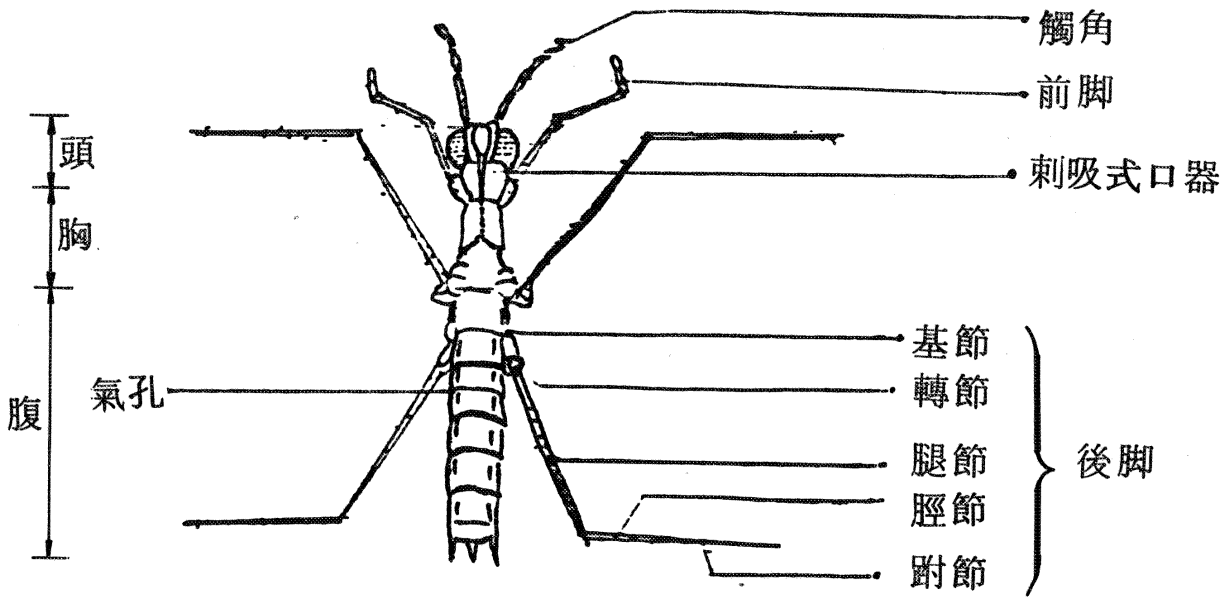
※實驗過程：

利用複式及解剖顯微鏡觀察虫體，並與昆虫圖鑑相對照來瞭解水黽的構造。畫圖紀錄。

※實驗結果與討論：



水黽背面圖



水黽腹面圖

水黽（Water Strider）屬半翅目水黽科。水黽的前翅基部爲革質，末端爲膜質，故稱爲半翅鞘，此爲半翅目之主要特徵，而其後翅爲膜質，不善飛翔。水黽的前脚已特化成捕捉脚，可以攫取獵物，而中脚、後脚則細長，且三對脚上均有許多含油質密毛所形成的毛氈，猶如油膜一般；不僅滴水不沾，不會沈入水中，若再加上水的表面張力，則可於水面上自由地划動。除此之外，水黽的毛氈還可察覺水面之昆虫，然後予以捕捉，再以刺吸式的口器來吸食獵物的體液。

㈡決定水黽浮沈的條件：

※研究過程：

翻閱查詢各項有關的圖書資料，以瞭解水黽之所以可浮於水面的條件。

※研究成果與討論：

水黽能自由於水面划動的主要條件有：

1.生物因素：

水黽本身質輕，加上脚上有含油質的毛氈，所以可浮於水面，而不致使水滴沾溼蟲體而下沈。水黽浮於水面時，是以各對脚的脛節、跗節接觸水面划動，蟲體及各對脚的基節、轉節、腿節並不接觸水面。

2.物理因素：

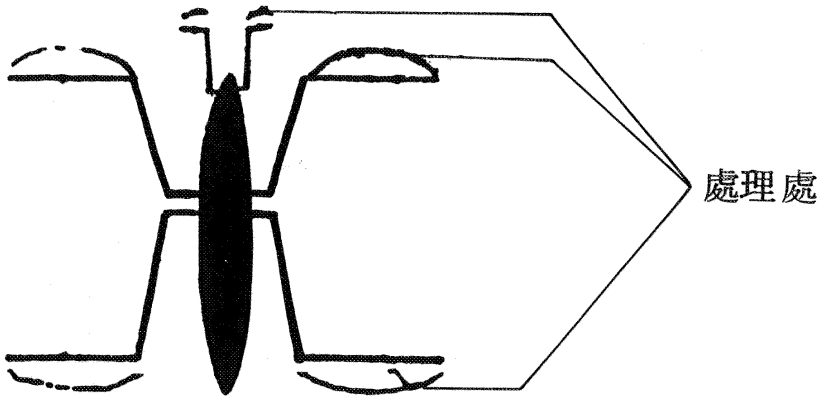
水的表面張力與浮力。水分子在所有液體中的表面張力是屬張力最大的一種，約有72.8達因／公分；加上水的浮力，足可托住質輕的水黽，讓其在水面上可自由游動，所以，凡可破壞表面張力的因素，如：溫度、污染質等均會影響水黽的浮沈。

㈢影響水黽浮沈的因素：

1.毛氈對水黽浮沈的影響：

※實驗過程：

(1)分別以各項物理、化學因素（如：火、酒精、酸、鹼、花生油）破壞水黽腳部的脛節與跗節上的毛氈（如圖中標示處的毛氈）後，再放入水中觀察並紀錄水黽的浮沈情形。



(2)用火處理時，可以燒紅的鐵絲灼觸脛節、跗節處的毛氈。

用酒精、酸、鹼、花生油處理時，可用棉花棒沾抹處理。

※實驗結果與討論：

水黽乃利用各對腳之脛、跗節浮於水面，若經處理後無法以脛、跗節浮於水面，須假借蟲體或腿節浮於水面，表示該因素已影響或破壞其毛氈，而使其無法正常浮游。

由結果表中得知，火可灼壞脛、跗節的毛氈，而酒精、塩酸、NaOH不僅會去除毛氈上之油脂，也會侵蝕其毛氈，使水黽無法正常浮游。而花生油處理，雖能浮游但狀況並非良好，水黽

處理因素	實驗結果
火	無法正常浮游
酒精	無法正常浮游
鹽酸	無法正常浮游
1M NaOH	無法正常浮游
花生油	雖能浮游，但不時梳理毛氈

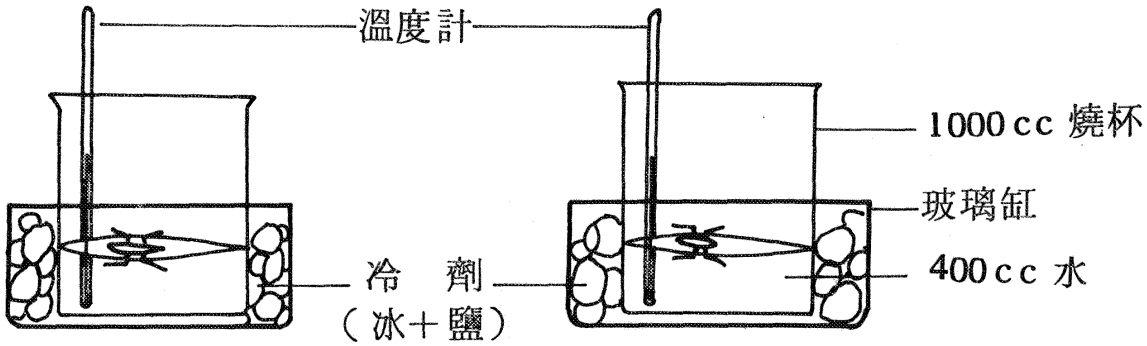
不時梳理被過多油脂沾粘的毛氈。所以，由此實驗得知，水黽脚上的毛氈實是決定水黽浮沈的生物因素。

2.水溫對水黽浮沈的影響：

※實驗過程：

(1)低溫對水黽浮沈的影響：

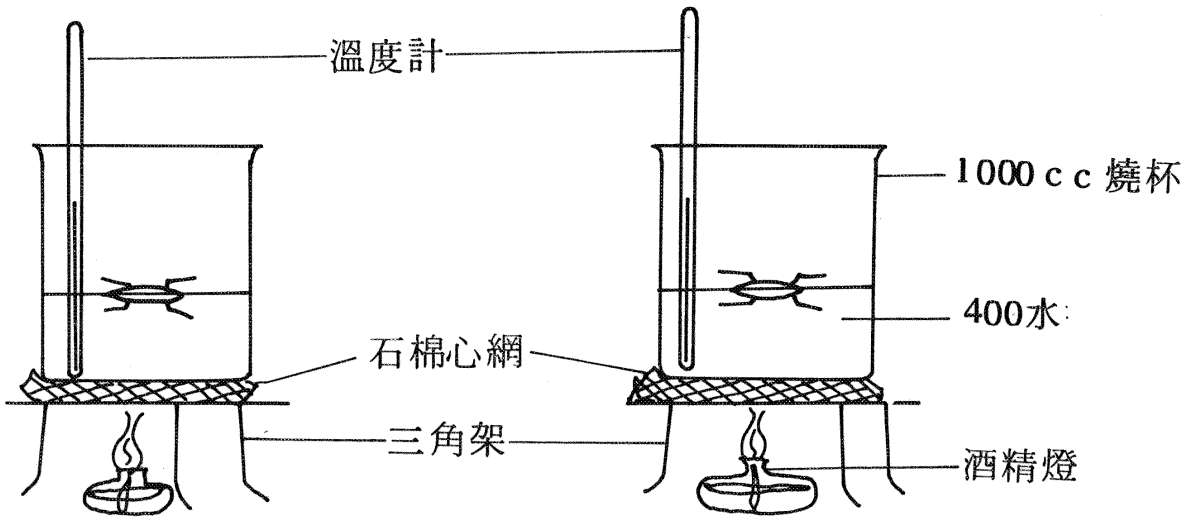
設置A、B兩組，A組放置一隻活水黽；B組放置一隻模型水黽，其裝置如圖所示。實驗由室溫 20 ℃開始，每降低5℃即觀察水黽之浮沈現象，並紀錄之。



A組：活水黽　　B組：模型水黽

(2)高溫對水黽浮沈的影響：

設置C、D兩組；C組放置一隻活水黽，D組放置一隻模型水黽。其裝置如下圖所示。實驗由室溫20℃開始，溫度每升高 5 ℃，即觀察水黽之浮沈現象，並紀錄之。



C組：活水黽　　D組：模型水黽

※註：模型水黽是以極細、質量極輕之鐵絲做成，其張開所涵蓋之面積與活水黽相同。其設置目的在做對照。

※實驗結果與討論：

反應情形 / 組別 / 溫度	活　水　黽	模型水黽
0℃～5℃	可正常浮游，但保持靜止	可浮於水面
5℃～15℃	可正常浮游，但划動很慢	〃
15℃～35℃	自由正常地於水面划動	〃
35℃～40℃	脚部不時抬起梳理毛氈	〃
40℃～45℃	激烈上下跳動，直往燒杯撞	〃
45℃～50℃	仍不斷跳動，最後翻肚死亡	〃
50℃～85℃	已　死　亡	〃
85℃～90℃	已　死　亡	下　沈

由實驗結果的表中得知，活水黽於溫度45.℃～50.℃時，因無法適應高溫而死亡。可是，此時對照組的模型水黽仍漂浮於水面，表示水的表面張力尚未被破壞，直至85℃～90℃時，才因高溫

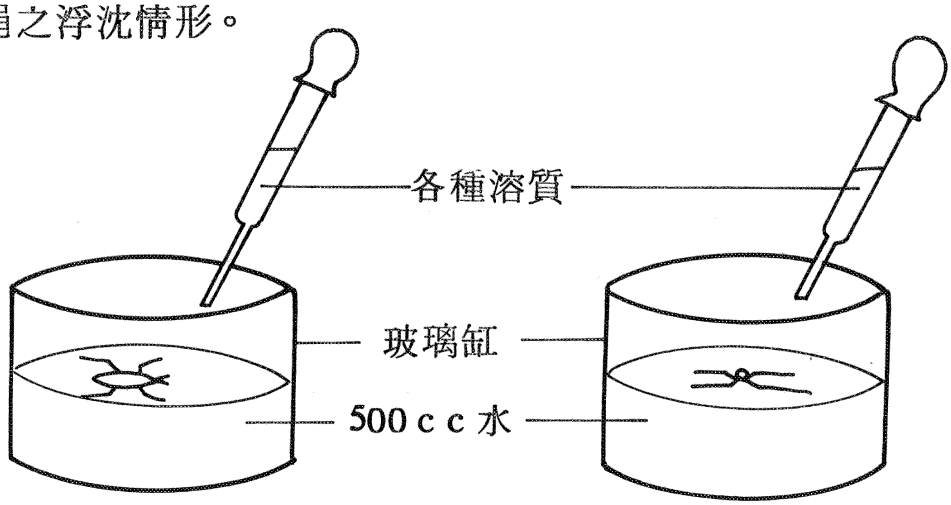
破壞了表面張力而下沈。

本實驗的變因溫度逐漸上升時，加強了水分子的振動能力。分子間的引力也因此逐漸受到破壞，直至溫度升高至臨界點時，也就是水分子的振動能大於表面張力時，表面張力也終告瓦解，物質因受不到承力而下沈。所以，表面張力會隨溫度的升高而降低。

3.各種溶質對水黽浮沈的影響：

※實驗過程：

設置甲、乙兩組：甲組放置一隻活水黽，乙組放置一隻模型水黽。裝置如圖。然後分別加入各種溶質於水中，觀察並紀錄水黽之浮沈情形。



甲：活水黽　　乙：模型水黽

※實驗結果與討論：

溶質種類 \ 組別 滴數			甲組（活水黽）	乙組（模型水黽）
可溶於水之溶質	皂絲水		47 滴後水黽下沈	157 滴後模型下沈
	洗衣粉水		12 滴後水黽下沈	20 滴後模型下沈
	藥用酒精		28 滴後水黽下沈	116 滴後模型下沈
	衞厠塩酸		5 滴後水黽下沈	26 滴後模型下沈
	消毒水		15 滴後水黽下沈	54 滴後模型下沈
	漂白水		25 滴後水黽下沈	88 滴後模型下沈
	飽和石灰水		282 滴後水黽下沈	543 滴後模型下沈
不溶於水之溶質	比水輕	沙拉油	油滴裹住蟲體，使之無法正常浮游。	可浮於油水之中
		花生油	油滴裹住蟲體，使之無法正常浮游。	可浮於油水之中
	比水重	混濁泥水	由混濁至沈澱澄清均可浮。	同左
		石頭	丟入石頭並不影響浮沈。	同左

由實驗結果得知：

(1)可溶於水之各項溶質會破壞水的表面張力而影響水黽的浮沈。

因水分子彼此間之結合有一定之結構與引力，當外界溶質介入時，會破壞水分子間的結構與引力，而重新組合成新的溶液，也因此破壞了水分子原有的表面張力，而使水黽無法正常地浮於水面上。

(2)不溶於水且密度小於水的油類因比水輕而浮於水面。此時，模型水黽能浮於液面上是靠油脂的表面張力，而不是水的表面張力。而密度比水重之泥沙、石頭因沈於下層，水黽之浮游仍靠水的表面張力來幫助，故浮沈不受影響。

㈣毛氈對外界物質的感應：

※實驗過程：

1.準備五隻水黽分別作下列之處理：

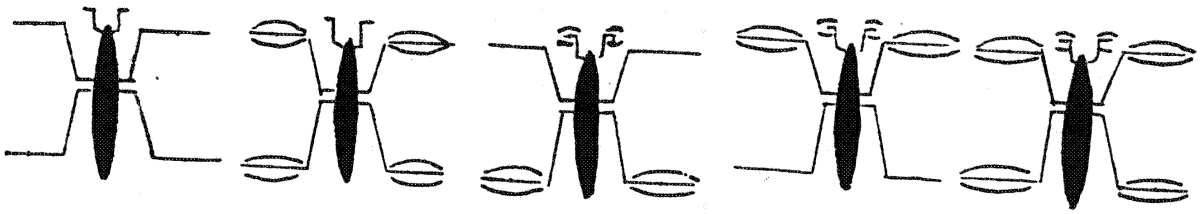
A：正常，不作任何處理。

B：中、後脚之脛、跗節以溶蠟包裹。

C：前、後脚之脛、跗節以溶蠟包裹。

D：前、中脚之脛、跗節以溶蠟包裹。

E：前、中、後脚之脛、跗節以溶蠟包裹。



A　　B　　C　　D　　E

※標示處以逐漸冷却之溶蠟包裹之。

註：以蠟包裹之目的在於隔絕毛氈與水面之接觸，但不影響水黽之浮沈。

2.分別將此五隻水黽放在五組盛有500cc自來水的玻璃缸。

3.以線綁著一隻活蒼蠅當誘餌，輕觸水黽頭前的水面，觀察其反應情形。若輕觸水面時，水黽有划游之明顯反應則算得2分；若只是原地梳理毛氈等輕微反應則算得1分；若全無反應則算得0分。如此重覆做50.次，由得分來瞭解水黽各部位毛氈的靈敏度的情形。

※實驗結果與討論：

次數 / 計分方式 / 組別	具明顯反應	稍有反應	無反應	總分
	一次2分	一次1分	一次0分	滿分100分
A組	22次	18次	10次	62分
B組	11次	19次	20次	41分
C組	5次	16次	29次	26分
D組	4次	12次	34次	20分
E組	2次	5次	43次	9分

由實驗數據得知，五組水黽毛氈之靈敏度：A＞B＞C＞D＞E

A：水黽三對脚之毛氈均保持完整，能正常感應物質的刺激，所以靈敏度最高。

B：水黽之前脚已特化成捕捉脚，由數據中推測，前脚爲了捕捉水

面之昆蟲，其毛氈數量可能也較濃密，才能靈巧地捕捉昆蟲。所以，前脚（B組）對物質的感應也較中脚（C組）、後脚（D組）的靈敏度高。

C、D：兩組之結果相似，表示中脚、後脚對物質感應之靈敏度也相似。

E：水黽之三對脚的毛氈都被溶蜡包埋，無法正常接觸水面。所以，對物質的感應也較弱。

五、結論

㈠決定水黽浮沈的條件有：

1.生物條件：水黽脚部的油脂毛氈。

2.物理因素：水的表面張力與浮力。

㈡影響水黽浮沈的因素有：

1.物理因素：

溫度愈高，水分子本身的振動能增加，水分子彼此間的引力也相形減弱，表面張力也相隨降低，直至臨界溫度至85℃～90℃左右，表面張力即告瓦解，水黽也無法漂浮在水面上。

2.化學因素：

水分子本身有一定之架構，分子間也有一定之引力。當外界溶質介入時，會破壞原有水分子之結構與分子間之引力，而使原來的表面張力降低，而影響水黽之浮沈。

㈢毛氈對外界物質的感應實驗中得知：

毛氈除了可助水黽漂浮外，還可感應水面物質的刺激，而已特化爲捕捉脚的前脚，爲了準確地攫捕昆蟲，它的毛氈感應程度也較靈敏。而水黽細長的中、後脚，雖也能感應物質的刺激，但其主要功能在於划動水面，使之能於水中自由浮游，所以其感應程度也較差，不像前脚那麼靈敏。

㈣水黽是種喜好生活於乾淨水質的池塘，所以在一些已遭受污染之水池及水溝已無法找到水黽的踪跡，此乃因爲家庭及工廠不斷排出污染質與造成熱污染，這些污染足以破壞水黽之毛氈與表面張力，使

之無法生存。再則，水黽是以捕食水面之昆蟲爲主，在當今登革熱猖獗之際，無妨在儲水容器中飼養幾隻水黽來捕捉孑孓，無非是種簡易的生物防治法。

六、參考資料

1.台灣的常見昆蟲。

2.牛頓科學研習百科（物理篇、生物篇）。

3.哥白尼21.～第 8 期。

4.水中的昆蟲。

評　　語

・本作品詳細的觀察水黽的形態及構造，並決定了影響水黽浮沈的因素。很合理的利用實驗結果來解釋水的表面張力與水黽之浮沈關係。作品的設計合理而具創意。唯使用溶液的使用利用對水黽有毒的酒精及塩酸是不大理想的方法。但並不影響作品的完整性。總而觀之本作品是一件相當優良之作品，學生的參與程度亦大，