

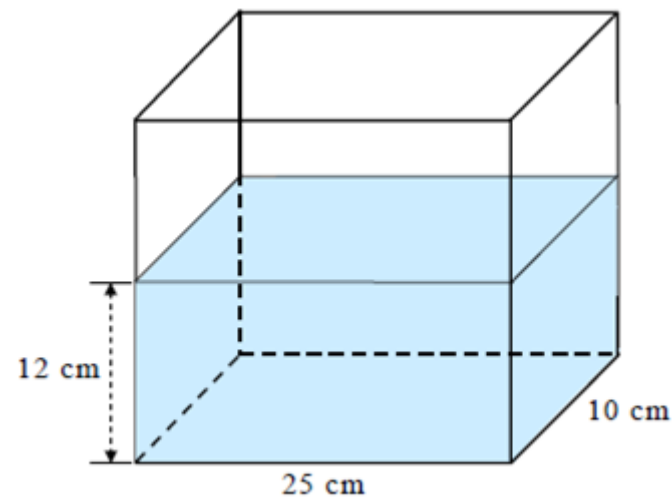
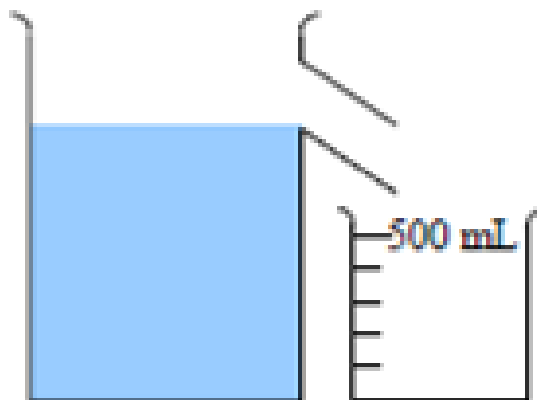
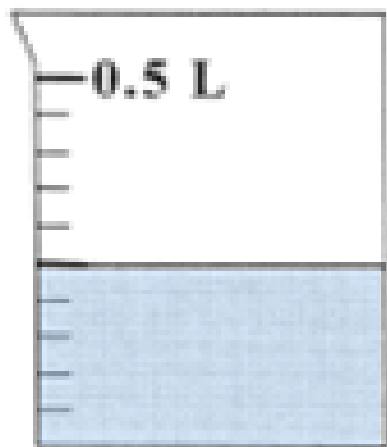
排水法一

實物操作？解難活動？科學實驗？

周偉志先生（高級學校發展主任）

文美玉老師（香海正覺蓮社佛教正慧小學）

甚麼是排水法？

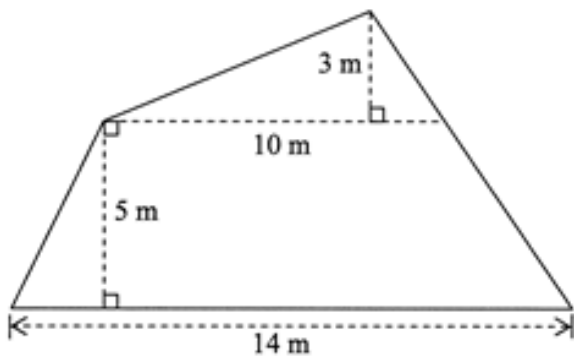


學生處理哪類情況的問題較為困難？

(圖示取自TSA題目)

排水法有甚麼特別？

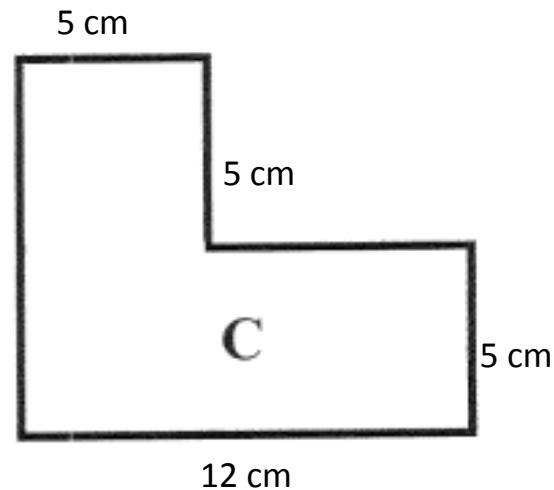
學生如何解答不規則(平面/立體)圖形的周界、面積及體積的問題？



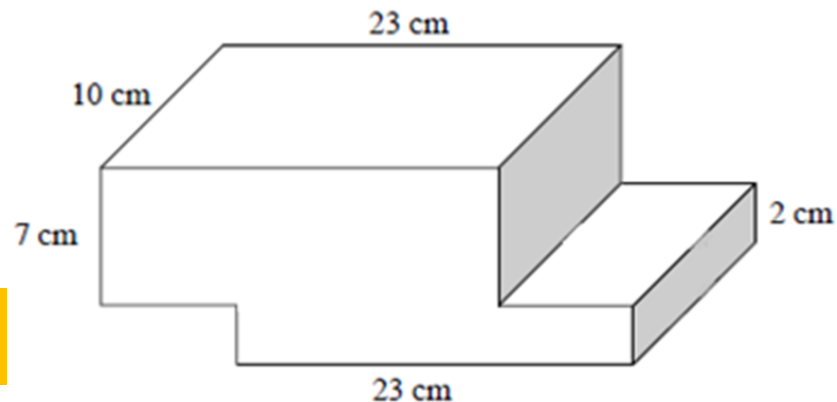
上圖的面積是 _____ m^2 。

運用分割等方法後以公式計算

(TSA 題目)



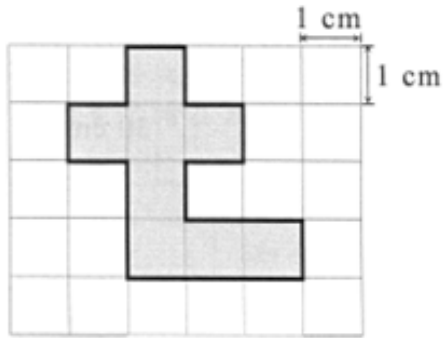
上圖的周界是 _____ cm 。



上圖立體的體積是 _____ cm^3 。

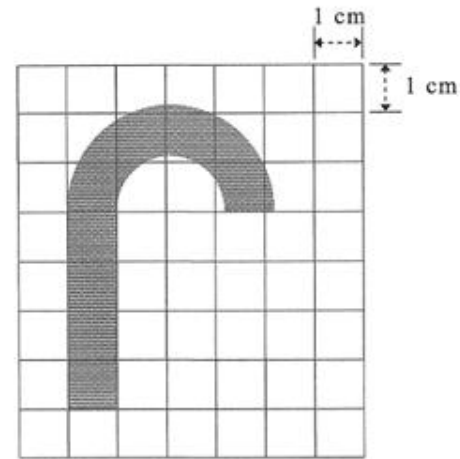
排水法有甚麼特別？

學生如何解答不規則(平面/立體)圖形的周界、面積及體積的問題？



左圖中陰影部分的周界是 _____ cm。

下圖中，每個小方格的邊長是 1 cm，陰影部分的面積約是 _____ cm^2 。
(以整數作答)



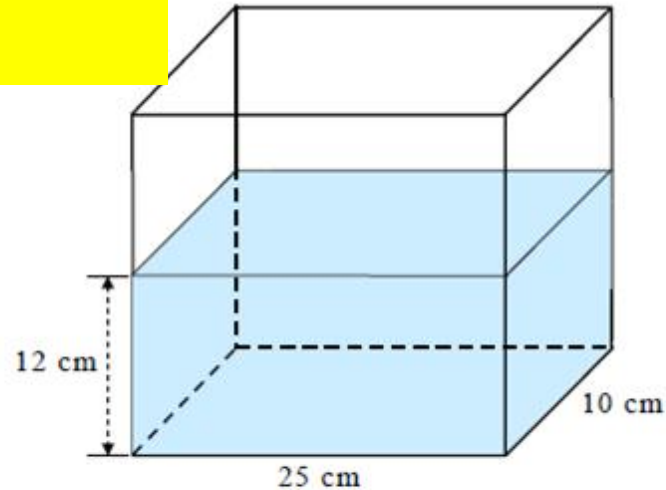
運用周界或面積的概念解答問題

(TSA 題目)


排水法有甚麼特別？


學生如何解答不規則(平面/立體)圖形的周界、面積及體積的問題？

透過一物理現象間
接地解答問題



(a) 上圖長方體容器內有水 _____ L。

(b) 把  完全沉入水中後，水位升高至 16 cm。

 的體積是 _____ cm^3 。

(TSA 題目)

體積的定義

體積有三種意義，包括一個容器所能容納的量、基本體積單位的數量，以及當物體放入液體後所被取代的量。

Hart (1981)

皮亞傑對體積下了二個解釋，其一是內部體積（interior volume），所指的是物體邊界內的空間，即物體實際可容納的空間；其二是物體所佔的體積（occupied volume），即其他物質（例如：水）包圍著一個物體的空間，例如當一物體放入水後所排出的體積。

Potari和Spiliotopoulou (1996)

排水法的學習活動是……

— 實物操作？

— 解難活動？

— 科學實驗？

排水法的學習活動可以讓學生……

從探究活動中建立概念

從實作活動中解決問題

從延伸活動中拓寬思考

從探究活動中建立概念

活動一：容量與體積的關係

活動二：底面積、高和體積的關係

活動三：排水法的驗證

從實作活動中解決問題

活動四：運用排水法求不規則立體的體積

活動五：運用排水法求一粒波子的體積

從延伸活動中拓寬思考

活動六：在水未能完全蓋過立體下找出體積

活動七：求浮於水面立體的體積

學習活動的元素

- 活動開始時由問題引發
- 老師和同學共同討論解決方法
- 從實驗中解答問題
- 觀察實驗得的數據並作出推論
- 綜合自己及全班的數據並作出分析
- 學生在全班討論中解釋結論並接受同學提問
- 全班共同總結課堂

從探究活動中建立概念

活動一

哪個水箱的容量最大？

學生明白容量和體積的關係嗎？

哪個水箱的容量最大？

- 老師帶出問題
- 學生先估計結果
- 老師和同學討論解決問題的方法
- 老師著同學比較水箱內水的體積和水箱的容量

哪個水箱的容量最大？

- 學生進行小組活動
- 學生先量度水箱內的長、闊及高，並計算水箱的容量
- 同學再把水箱注滿水，然後把水倒入量杯中量度其體積
- 學生觀察計算及量度出之結果的關係

哪個水箱的容量最大？

- 各組同學把答案記錄讓全班同學觀察
- 同學從觀察自己及全班的數據中推測結論
- 老師著同學解釋並作全班討論

哪個水箱的容量最大？

學生進行活動時的情況如何？有沒有可改善的地方呢？

哪個水箱的容量最大？

水箱	水箱內水的體積	水箱的容量
A	1238.2 cm ³	1250 mL
✓ A	1200 cm ³	1200 mL
✓ B	1800 cm ³	1800 mL
✓ B	1800 cm ³	1800 mL
C	1350 cm ³	1400 mL
C	1390.8 cm ³ 1390.8 cm³	1500 mL
✓ D	1800 cm³ 1800 cm ³	1800 mL
✓ D	1800 cm ³	1800 mL

- 大部份數據相同
- 部份數據有參差，但亦接近
- 討論兩者關係及誤差原因

哪個水箱的容量最大？

學生能否說出容
量和體積的關係
呢？

學生如何回應誤
差的問題？

哪個水箱的容量最大？

哪個水箱的容量最大？

第五組

量度時有誤差，倒水時要加倍小心，減少
誤差

量度時要量度水箱的內側

要分工合作，取長補短，接納他人意見

要踴躍舉手、參與，發表意見

要用自己及其他同學的數據支持自己的意見，進
行歸納

聽取同學的意見後，會發現自己的錯處

活動後小組進行自評

哪個水箱的容量最大？

哪個水箱容量最大？

(1) 實驗操作

大家沒有爭執。大家盡量把誤差減到最少。

(2) 解釋

我組組員利用了實驗所得出來的數據解釋。證明我組組員的看法是對的。

(3) 全班討論

組員利用自己所得出的數據與其他組的數據作比較，從而得出總結。

活動後小組進行自評

從探究活動中建立概念

活動二

哪個水箱的水位最高？

學生明白長方體水缸的水位高度、
底面積和水的體積的關係嗎？

哪個水箱的水位最高？

- 老師引入問題
- 學生先作估計並解釋原因
- 老師和同學共同討論實驗方法及注意事項
- 老師著學生記錄水的體積、水箱的底面積及水位高度，並觀察它們的關係

哪個水箱的水位最高？

- 學生進行小組活動
- 學生量度及計算水缸的底面積
- 學生用量杯量度720mL的水，並把之注入水缸中及觀察水位的高度

哪個水箱的水位最高？

- 各組學生把結果記錄讓全班觀察
- 各組學生觀察自己及其他同學的數據，並討論水的體積、水箱的底面積及水位之高度的關係
- 學生在全班討論中說出及解釋推論出的結果

哪個水箱的水位最高？

學生進行活動時的情況
如何？有沒有改善呢？

哪個水箱的水位最高？

水箱	水的體積	水箱的底面積	水位的高度
A	720 cm^3	80 cm^2	9 cm
A	720 cm^3 720 cm^3	$80 \text{ cm}^2 + 20 \text{ cm}^2$	9.6 cm 6 cm
B	720 cm^3	120 cm^2	6 cm
B	720 cm^3	120 cm^2	6 cm
C	720 cm^3	90 cm^2	8 cm
C	720 cm^3	90 cm^2	7.8 cm
D	720 cm^3	120 cm^2	6 cm
D	720 cm^3	120 cm^2	6 cm

- 大部份數據相同
- 部份數據有參差，但亦接近
- 準確度比活動一提高
- 討論三者關係

哪個水箱的水位最高？

學生能否發現水的體積、水箱的底面積和水位高度的關係呢？

從探究活動中建立概念

活動三

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

學生是否信服用排水法求體積的原理呢？

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

- 老師引入問題，著學生建議如何找出紙包飲品的體積
- 學生建議不同方法，包括量度後計算，以及把飲品放入水中，然後計算水位升高了部份的體積
- 老師著學生記錄兩個數據，並觀察它們的關係

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

- 學生進行小組活動
- 學生先量度紙包飲品的長、闊及高，並計算其體積
- 學生再把飲品放入水缸
- 學生觀察升高了水的高度，並計算其體積

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

- 各組把數據記錄
- 全班同學觀察數據並進行推論
- 學生在全班討論中解釋從觀察中推論出的結果

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

學生進行活動
時釐清了哪些
問題？

實驗結果如何
呢？
組員有甚麼反
應？

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

紙包飲品的體積 126.9	水位升高部份的體積	
① 129.6 cm ³	135 cm ³	4.2%
② 122.4 cm ³	122.4 cm³ 144 cm ³	17.6%
③ 120.96 cm ³	128 cm ³	5.8%
④ ✓ 120 cm ³	120 104 cm ³	0%
⑤ 127.5 cm ³	120 cm³ 160 cm ³	25.5%
⑥ 126.48 cm ³	136 cm ³	7.5%
⑦ ✓ 120.8 cm ³	120.8 cm ³	0%
⑧ 127.5 cm ³	120 cm ³	5.9%

- 大部份數據相同或接近，誤差在10%之內
- 少部份數據誤差較大
- 討論排水法是否可靠
- 討論誤差問題

升高了的水位高度所佔的體積就是立體的體積嗎？

學生能從同學的數據中
得出結論嗎？

從探究活動中建立概念

學生學會了……

- 深入理解排水法的理念基礎
- 從實驗及分析數據中培養求真的態度
- 反思自己進行活動時的關注地方

從實作活動中解決問題

活動四

你能用排水法找出哪件物體的體積最大？哪件最小呢？

學生能連繫實作經驗與書本中的題目嗎？

你能用排水法找出哪件物體的體積最大？哪件最小呢？

- 老師帶出問題
- 老師展示各不規則立體，讓學生進行估量
- 同學進行小組活動，運用排水法找出四件不同立體的體積，並找出體積最大及最小之立體的體積

你能用排水法找出哪件物體的體積最大？哪件最小呢？

- 同學把結果記錄，讓全班同學觀察
- 老師和學生討論結果，以及檢討進行排水法的注意事項
- 同學均表現積極及投入活動

你能用排水法找出哪件物體的體積最大？哪件最小呢？

物件	體積			
萬里長城模型	第(7)組: 64cm^3	第(2)組: 88cm^3	第(8)組: 36cm^3	第(1)組: 64cm^3
玩具黑大象	第(7)組: 123.2cm^3	第(2)組: 90cm^3	第(8)組: 90cm^3	第(1)組: 90cm^3
小哥爾夫球	第(7)組: 36cm^3	第(2)組: 36cm^3	第(8)組: 48cm^3	第(1)組: 48cm^3
大橙色紙鎮	第(7)組: 96cm^3	第(2)組: 128cm^3	第(8)組: 96cm^3	第(1)組: 96cm^3

- 學生比較自己和其他同學的答案，評估自己的準確度

你能用排水法找出哪件物體的體積最大？哪件最小呢？

為甚麼學生那麼投入活動呢？

量度欠準的同學如何回應呢？

從實作活動中解決問題

活動五

用排水法能找出一粒波子的
體積嗎？

學生明白為何要多放幾粒波子嗎？
要放多少粒才理想呢？

用排水法能找出一粒波子的體積嗎？

學生能從全班討論中共同
思考解決問題的方法嗎？

用排水法能找出一粒波子的體積嗎？

- 老師引入問題，並和學生討論解題方法
- 學生進行三次活動，每次活動均使用不同數量的波子
- 學生就結果進行全班討論

用排水法能找出一粒波子的體積嗎？

組別	放入波子的數量			一粒波子的體積		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
第一組	8粒	17粒	40粒	2cm^3	$1\frac{15}{17}\text{cm}^3$	2.4cm^3
第二組	10	30	60	2.4cm^3	2cm^3	2cm^3
第三組	16	25	40	2.3	2.5	2.2
第四組	10	20	50	2.4cm^3	2.4cm^3	2.4cm^3
第五組	8粒	16粒	41粒	2cm^3	1cm^3	2.4cm^3
第六組	19粒	30粒	40粒	1cm^3	2cm^3	1.8cm^3
第七組	10粒	25粒	50粒	2.4cm^3	1.9cm^3	2.2cm^3
第八組	10	55	36	3.6cm^3	2.2cm^3	1.6cm^3 1.6cm^3

- 學生運用了不同策略來選擇波子的數量
- 未明顯觀察到波子愈多答案愈準確
- 大部份答案在三次量度中的數據接近

用排水法能找出一粒波子的體積嗎？

方便計算

平均誤差

觀察刻度

不同策略

學生選擇波子的數量時考慮過甚麼因素呢？

從實作活動中解決問題

學生學會了……

- 結合實際經驗解決有關排水法的問題
- 探討問題時從多角度考慮不同因素

從延伸活動中拓寬思考

活動六

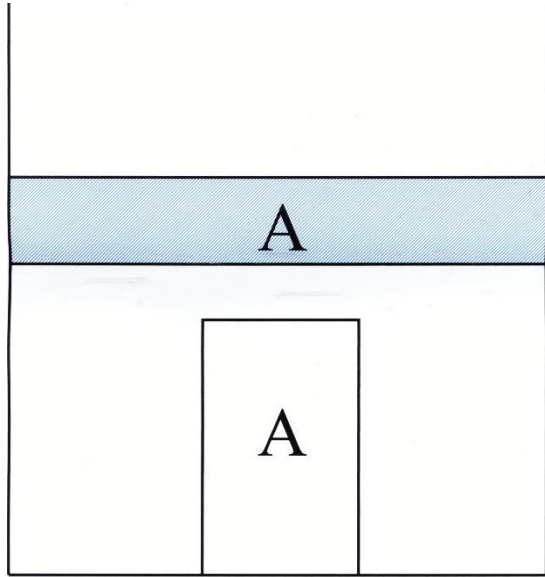
如放入的物體不能完全被水淹沒，也能運用排水法找出體積嗎？

學生曾否挑戰過排水法的假設？
當水未能完全蓋過立體時，也能運用排水法嗎？

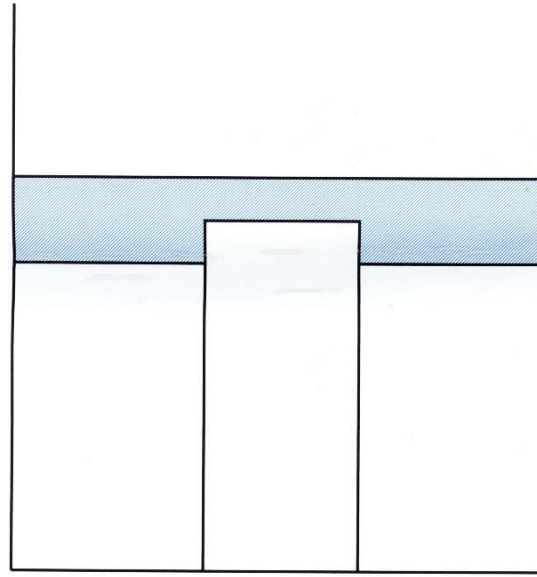
如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

- 老師引入問題，並配以實物進行解釋
- 老師假設上升水位的體積就是立體被淹蓋部份的體積，並推算出整件立體的體積
- 老師從量度及計算中找出整件立體的體積，並與之前的數據比較，估計假設成立

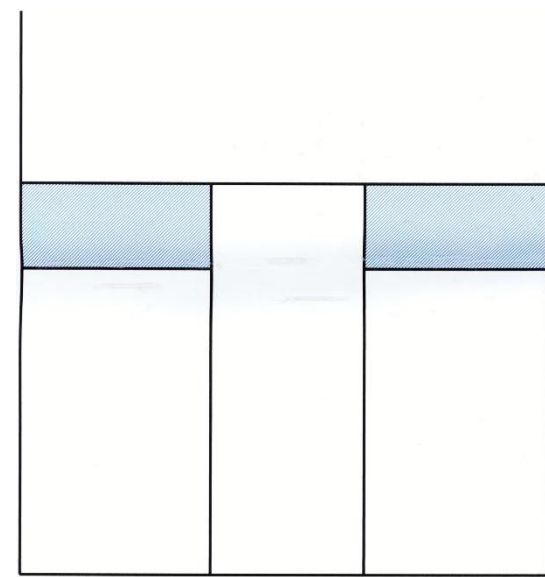
如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？



情況一：
當立體未放入水前，
水位已高於立體



情況二：
當立體未放入水前，
水位是低於立體的，
但當立體放入水後，
水位則能蓋過立體



情況三：
當立體放入水後，水
位的高度和立體的高
度相等

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

- 老師配合圖示與學生解釋情況一
- 老師著學生從小組討論中估計情況二是
否成立，並向全班同學解釋

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

學生能否解釋在第二種
情況下排水法是否成立？

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

- 老師配合圖示與學生解釋情況二
- 老師著學生從小組討論中估計情況三是否成立，並向全班同學解釋

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

學生能否解釋在第三種情
況下排水法是否成立？

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

- 在情況三的成立下，同學以圖畫配合文字解答及解釋課堂中最初的問題
- 小組向全班同學解釋結果及進行討論

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

把整體放進水箱，
A部份的體積在水中等於上升部份的水的體積，而立體的體積是A+B，
所以只要把上升部份的體積+B部份的體積就知道整個立體的體積。

所以立體的體積是升高水位的體積乘以3。

我認為水位上升的體積是立體的體積

立體的體積是：
A+B
水位上升的體積是：
A+B

所以立體的體積是水位上升體積的三倍。
長方體的 $\frac{1}{3} = A+B$
 $\therefore (A+B) \times 3 =$ 立體的體積

部份小組的解釋

如放入的物體不能完全被水淹沒，
也能運用排水法找出體積嗎？

學生明白這道解難題
目的條件限制嗎？

從延伸活動中拓寬思考

活動七

運用排水法是否能找出所有立體的體積呢？如何找出一個乒乓球的體積呢？

學生有否想過排水法的限制呢？如何突破這些限制呢？

運用排水法是否能找出所有立體的體積呢？
如何找出一個乒乓球的體積呢？

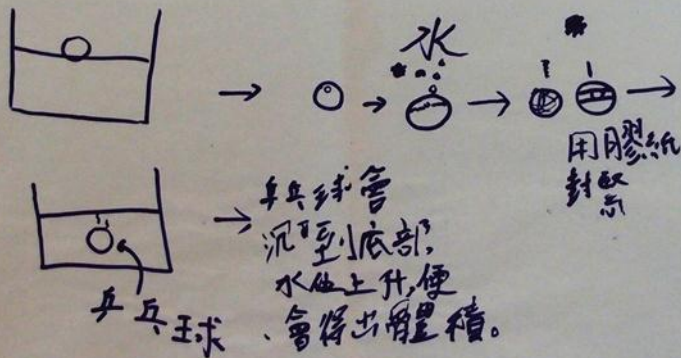
學生了解運用排水法找出立體體積的條件限制嗎？

運用排水法是否能找出所有立體的體積呢？
如何找出一個乒乓球的體積呢？

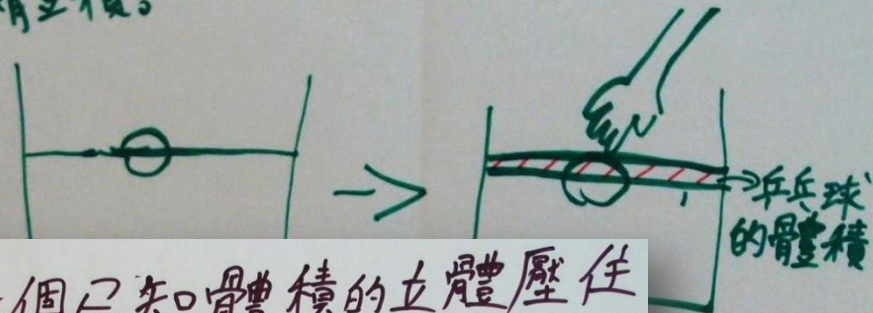
- 老師帶出問題
- 各組嘗試構思解決方法
- 同學以圖畫配合文字進行解釋
- 各小組向全班解釋其方法，並進行全班討論
- 部份小組以實物示範其方法是否可行

運用排水法是否能找出所有立體的體積呢？
如何找出一個乒乓球的體積呢？

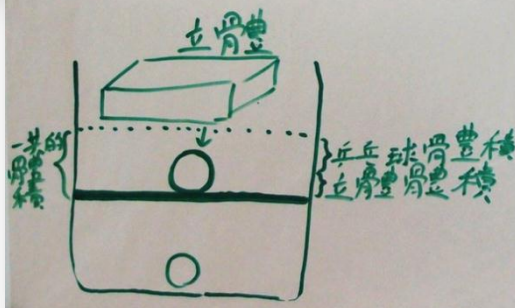
方法：把乒乓球刺穿，
把乒乓球注滿水，用膠紙
封緊，再放進水箱中。



第組
首先，我們把乒乓球用手指壓進水內，而手指不進入水內，水位上升的部份就是乒乓球的體積。



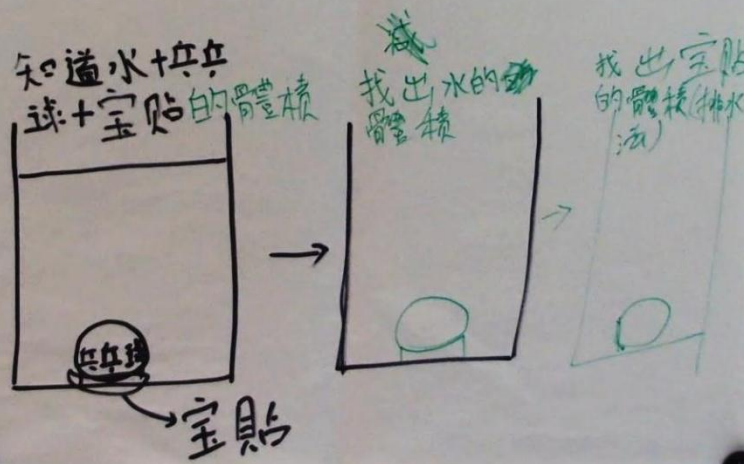
方法：用一個已知體積的立體壓住
放進水箱的乒乓球，然後計出他們
的體積，然後減去已知體積。
就知道乒乓球的體積。立體的



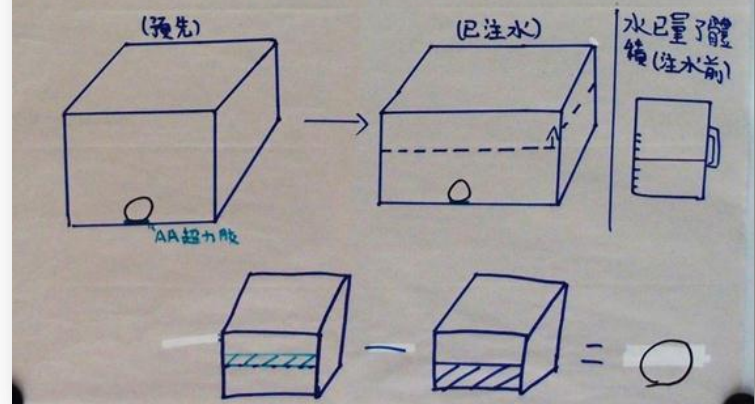
部份小組的解釋

運用排水法是否能找出所有立體的體積呢？
如何找出一個乒乓球的體積呢？

使用寶貼黏着乒乓球
的底，然後加水，最後減
去寶貼和水的體積，就能
得到乒乓球的體積。



我們組決定用超能膠
先將乒乓球黏在水箱
的底，然後再注入已量好
的水進箱內，然後用
升高了的水的體積就是
乒乓球的體積。



部份小組的解釋

從延伸活動中拓寬思考

學生學會了……

- 從了解排水法的限制中
加深對排水法的理解
- 在掌握概念後進一步發
掘問題，並嘗試思考解
決方法

排水法的教學反思

- 如何組織一個單元的學習活動呢？
- 教數學就是教學生計數嗎？
- 在課堂中如何處理學生的不同答案及想法，從而刺激他們思考呢？

謝謝