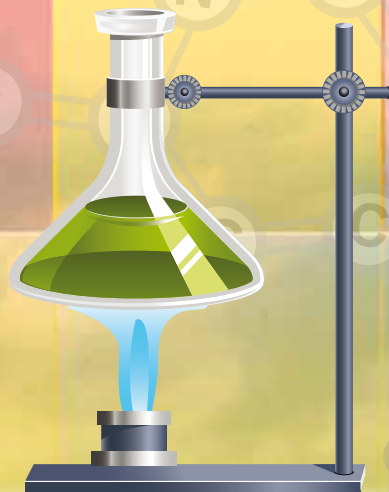


# 用策略性方法解決 自然科學問題的教學案例

文 | 阮邦球 劉靜文



## 一、問題

遇到問題和解決問題是生活中常碰到的事情，解決問題的過程能讓我們學習和成長。學者普遍認為，問題的組成包括三個基本要素：給定條件、目標和障礙。從給定條件到完成目標的整個過程，若出現障礙，就會產生問題，而障礙就是在給定條件與目標之間所出現的落差、阻礙、矛盾、不銜接、不協調、不能達到等情況。當障礙被克服，問題就得以解決。如圖 1 所示的表述，解決問題就是在辨認條件、決定目標和消除障礙的過程中，通過克服障礙而求得未知、達到目標或到彼岸。

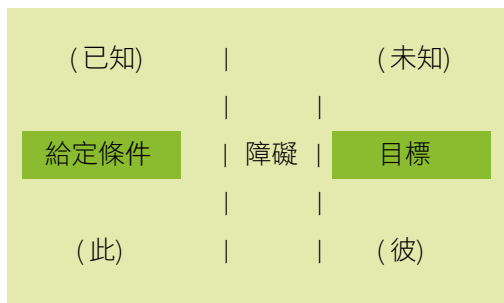


圖 1：問題三要素的關係圖

## 二、解決問題

解決問題是一個活動過程，它需要知識、技能、能力和態度。舉例來說，面對自然科學的計算題，我們需要科學知識、計算技能、綜合能力、積極的心態和正面的態度。探討問題

時，從情境著手，先閱讀和整理訊息，再尋求解決方案。在本文，筆者重點在於探究解決問題的策略性方法。

## 三、解題方法

在解決問題的時候，邏輯思維的運用是必然的手段，例如推理法、歸納法、演繹法、分析法、綜合法等等。筆者在此以解題策略的方向性作為解題的分類方法。

解題策略按方向性可分為三種不同方法：正向法、逆向法和雙向法。正向法是由已知到未知；逆向法是由未知到已知；雙向法則同時分別從已知和未知出發，尋求交匯點。如圖 2 所示。

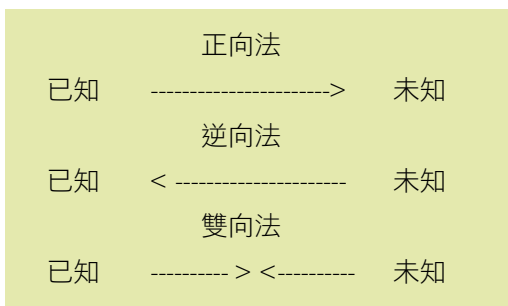


圖 2：解題策略的示意圖

## 四、自然科學的計算問題實例

以溶液計算為例，通過化學計算，引導學生對溶液課題中化學概念的認識和運用，掌握思維方法以解決問題。

例題：經實驗配製成 0.151 M 氯化鈉水溶液，求該水溶液中氯化鈉所佔的密度。

## 1. 閱讀和整理

從問題情境中，閱讀訊息，整理出已知參數和未知參數。

已知參數	未知參數
摩爾體積濃度 ( $M$ )	密度 ( $d$ )

## 2. 經驗的回顧和運用

從熟悉的知識領域中，組織相關經驗、運用科學知識、方法和原理。

科學概念	科學參數的數學關係式
摩爾體積濃度 ( $M$ )	$M = \frac{n}{V}$ , $V = \frac{n}{M}$ , $n = M \times V$
摩爾 ( $n$ )	$n = \frac{m}{\mu}$ , $m = n \times \mu$
密度 ( $d$ )	$d = \frac{m}{V}$ , $m = d \times V$

## 3. 障礙的消除

解題就是在已知參數和未知參數相互關聯的條件下，消除障礙。以已知參數和未知參數分別作為起點和/或終點，運用科學知識和方法，建立過渡性的橋樑，讓已知和未知融合而達致克服障礙的目標。

## 五、解題方法的實例

解題方法就是尋求各參數的連結而逐步移除障礙，解題策略是從三種不同方向尋求障礙的解除。

### 1. 正向法

運用正向思維，根據已知科學參數和相關的數學關係式，單向地由已知向未知方向推導而得結果。

$$n = \frac{m}{\mu} \quad d = \frac{m}{V} \\ M = \frac{n}{V} \rightarrow M = \frac{m}{\mu \times V} \rightarrow M = \frac{d}{\mu}$$

### 2. 逆向法

運用逆向思維，從未知結果開始，引入相關的已知參數和公式，逆向而行，得出未知參數和已知參數的關係式。

$$M = \frac{d}{\mu} < \dots d = \frac{n \times \mu}{M} < \dots d = \frac{m}{V} \\ m = n \times \mu \\ V = \frac{n}{M}$$

### 3. 雙向法

相當於現實生活的建橋方法，應用雙向思維，分別以已知參數和未知參數同時作為起點，各自推導延伸，尋覓交匯點，得出推導式。在此實例中，有三種可能的交匯點，包括摩爾數 ( $n$ )、體積 ( $V$ ) 和質量 ( $m$ )。

(1) 以摩爾數 ( $n$ ) 為交匯點

$$n = \frac{m}{\mu} \\ M = \frac{n}{V} \rightarrow n = M \times V, n = \frac{d \times V}{\mu} < \dots d = \frac{m}{V}$$

在  $n$  交匯點上， $M \times V = \frac{d \times V}{\mu}$ ，則  $M = \frac{d}{\mu}$

(2) 以體積 ( $V$ ) 為交匯點

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow V = \frac{n}{M} \\ n = \frac{m}{\mu} \\ V = \frac{n \times \mu}{d} < \dots n = \frac{d \times V}{\mu} < \dots d = \frac{m}{V}$$

在  $V$  交匯點上， $\frac{n}{M} = \frac{n \times \mu}{d}$ ，則  $M = \frac{d}{\mu}$

(3) 以質量 ( $m$ ) 為交匯點

$$n = \frac{m}{\mu}$$

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow M = \frac{m}{V \times \mu} \rightarrow m = M \times V \times \mu$$

$$m = d \times V \rightarrow d = \frac{m}{V}$$

在  $m$  交匯點上， $M \times V \times \mu = d \times V$ ，則  $M = \frac{d}{\mu}$

## 結語

已知	數學關係式	未知
溶液的摩爾體積濃度 ( $M$ )	$d = M \times \mu$ 或 $M = \frac{d}{\mu}$	溶液中溶質的密度 ( $d$ )

處理自然科學計算題需要三項基本素養：閱讀、科學和數學，更需要綜合能力，才能有效地解決問題。

如上述實例的解題所示，當推導出數學關係式  $d = M \times \mu$  或  $M = \frac{d}{\mu}$  時，再將已知溶液的摩爾體積濃度和氯化鈉分子量的數值及單位代入數學關係式（公式）內，可求得溶液中溶質的密度。

$$\begin{aligned} d &= M \times \mu \\ &= (0.151 \text{ M 摩爾/升}) \times (58.5 \text{ 克/摩爾}) \\ &= 8.83 \text{ 克/升} \end{aligned}$$

通過案例教學讓學生明白：解決問題需要掌握知識、運用方法和組織經驗；更需要整體地全局考量問題，運用策略和克服障礙。

## 阮邦球

現職澳門大學科技學院化學講師，澳門保安部隊高等學校化學和爆炸品等課程導師，澳門化學會會長，美國明尼蘇達大學 (University of Minnesota) 哲學博士。

## 劉靜文

澳門科技大學行政與管理學院助理教授，英國 University of Durham 教育博士。

