

思源科學創意大賽：

嘉義女中讓學生自我實現（中）

江淞承^{1,*}、詹宜婷^{1,2}

¹ 國立嘉義女子高級中學

² 國立台灣大學藥學系

*cancer_wu@yahoo.com.tw

[承〈[嘉義女中讓學生自我實現（上）](#)〉]

■ 2014 年關卡說明

2014 年參加「思源科學創意大賽^{Plus}」作品有四個關卡：第一關卡：霧中迷境(化學)，第二關卡：黑潮來襲(物理)，第三關卡：火力全開(化學)，第四關卡：光中耀賭(物理)，如圖 2，關卡設計總圖如圖 3 所示：



圖 2：四個關卡名稱

A. 主題說明

今年的題目是「Surprise」，於是我們想到了「賭場」。從小到大對於賭場的認識僅限於影集或電影，光彩奪目的賭場神祕且迷幻，充滿了各種驚喜。以下是四個關卡的描述：

第一關：霧中迷境（化學）

走入賭場，彷彿走進一個遍佈濃霧的世界，當命運的齒輪開始轉動，幸與不幸就在一個選擇間，有可能轉瞬間你的人生就此陷入黑白，猶如齒輪兩側的溶液由七彩轉為無色。吧台上的雞尾酒，原本只是幾杯普通的酒，經由調酒師依照不同的比例組合，調和出不同的色彩，

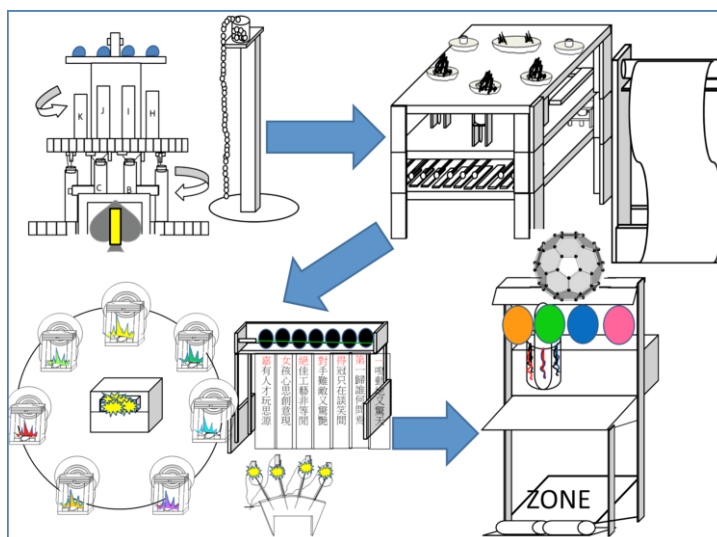


圖 3：四關關卡設計總圖

猶如齒輪上方的溶液由無色轉為七彩。色彩華麗的賭場，就彷彿最上方的溶液能夠將原有的色彩點綴得更加美麗。

第二關：黑潮來襲 (物理)

液態磁鐵就好像賭場中美麗的水池，隨著音樂展現出美麗的變化，時而上升，時而下降，液態磁鐵沿著螺紋盤旋而上，有如花開花落一般，隨著液態磁鐵的變化，心情也隨之起伏，液態磁鐵代表的不僅僅是賭場中，變化多端的水舞，更充分表達了人們來到賭場時，澎湃激昂、忐忑不安的心境。

第三關：火力全開 (化學)

緊接是賭場內的 SHOW TIME! 筆芯燈首先出場，細細一條鉛筆芯卻能發出強熾的光輝，令人意想不到。筆芯的高溫點燃火焰，七種不同的焰色透著冰塊的折射閃爍著，原本各自獨立的火焰光芒融合在一起，彩色冰塊，炫爛奪目。冰跟火，看似衝突的兩個元素，卻互相輝映，更顯驚喜。接著中央乾冰包覆的鎂帶燃起，同一時間，外圍的摩天輪啟動旋轉，上方焰色瓶也隨之轉動，外圈 7 種焰色，內圈絢爛的鎂燈，加上乾冰昇華產生的霧氣，看起來既神秘又令人目不轉睛。

第四關：光中耀賭 (物理)

氣球落到木板上時，發出「碰碰碰！」的聲響，賭徒們的心也隨之狂跳著，象徵著賭局進行時七上八下的心情。光纖巴克球內的層流裝置，從原本單調的三點顏料，旋轉後逐漸混濁，反向旋轉後，又回到原點，猶如賭徒在賭場內的遭遇起起落落，似夢境般精采。而光纖做的巴克球，對應著賭場中五光十色的環境，絢麗的光芒不斷反射，呈現一股虛幻又艷麗的氣氛。我們藉由種種的科學原理描繪出腦海中想像的賭場樣子，賭場對

我們來說是一個未知的世界，就像我們自己的未來也是一個未知世界，一路上也許跌跌撞撞、困難重重，但同時也充滿了驚奇，參加思源對我們來說也是一個全新的體驗。

B. 化學關卡說明

第一關卡：霧中迷境 (化學) (見圖 4)

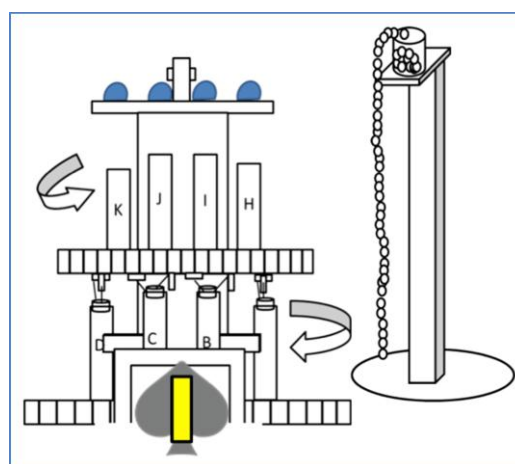
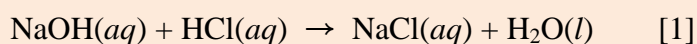


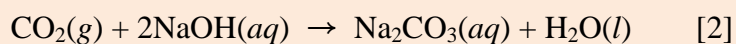
圖 4：「霧中迷境」關卡圖示

1. A~G 玻璃瓶環繞於一圓柱體，瓶內原有各式指示劑和 0.1M HCl，皆呈現無色。
2. 當黃色骨牌倒下，壓到微動開關 1，帶動垂直於地面的傘形齒輪及兩側的轉軸，使與之相嵌的水平齒輪順時針轉動，而上方的注射器將依次加入 0.2 M NaOH。當 A~G 內的溶液從酸性變為鹼性時，分別呈現紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫。這一部分的化學反應為 HCl 與 NaOH 酸鹼中和，其化學反應如式[1]所示：



3. 在傘形齒輪轉動的同時，內圈的 H~N 亦環繞於一圓柱並跟著齒輪轉動，內圈的玻璃

瓶及兩側 O~T 的玻璃瓶內亦有各式指示劑及 0.1 M NaOH。當內圈玻璃瓶轉到固定於後方的傾斜檯子時，玻璃瓶上盛裝乾冰的盆子會延著斜坡上升而將乾冰倒入玻璃瓶內，反應而冒出霧氣。隨著時間的流逝，因 CO₂ 溶於水中使瓶內的溶液逐漸轉為酸性，故 H~N 玻璃瓶內的顏色會逐漸變化，最後亦分別呈現紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫，而兩側玻璃瓶會從七彩轉為無色。這一部分的化學反應為 CO₂ 與 NaOH 酸鹼中和，其反應如式[2]所示：



當兩側轉軸轉動時，綁有小球的細繩緩緩下降，一側小球壓到微動開關 2，使裝置停止，另一側小球推倒紅色骨牌，第一關結束。

第三關卡：火力全開 (化學) (見圖 5)

1. 黃骨牌倒下，壓倒微動開關 1，使周圍 7 個焰色瓶中的筆芯燈通電，產生的高溫使 (1)~(7) 的固態燃料丸燃燒，產生 7 種不同

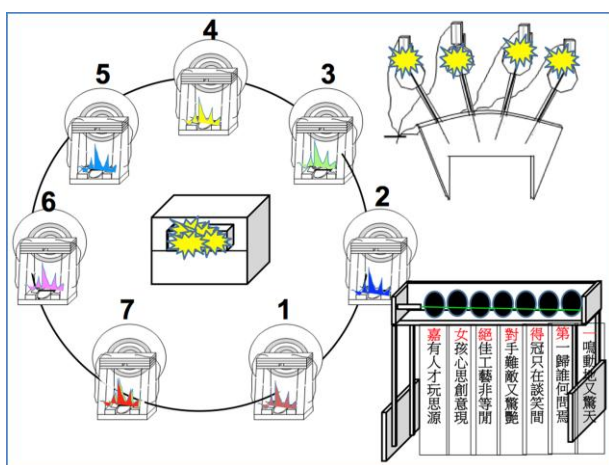


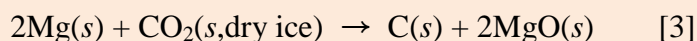
圖 5：「火力全開」關卡圖示

的焰色，象徵著思源跨過停辦的危機，浴火重生。說明：7 個燃料丸的成分及其焰色：(1)醋酸甲乙醇：紅紫色、(2)碳酸鈉：藍色、(3)硼酸：綠色、(4)氯化亞鈷→黃色、(5)硫酸銅+氯化鈉：青藍色、(6)氯化鉀：紫色、(7)氯化鋰：深紅色。

2. 燃燒若干秒後，3 上方的棉線燒斷，重物掉落，撞倒骨牌，開啟微動開關 2，使中央乾冰鎂帶燈連接的鉛筆芯通電燃燒，乾冰中鎂帶接著點燃，產生耀眼光芒，成了漂亮的鎂燈，呈現於圖 4 右上角，其反應如式[3]所示：

3. 啟動雷射筆，射出雷射光——

擊破前方的氣球，並出現下垂的字條，字



條中為打油詩，藏頭詩表示我們參賽的志向。內容如下：(1)嘉有人才玩思源、(2)女孩心思創意現、(3)絕佳工藝非等閒、(4)對手難敵又驚豔、(5)得冠只在談笑間、(6)第一歸誰何問焉、(7)一鳴動地又驚天。

4. 同一時間，微動開關 2 連接的另一端的馬達也隨之開啟，外圍的 7 個焰色瓶開始旋轉，轉了若干圈後，撞到紅骨牌，關閉微動開關，結束此關。

■ 2011 年關卡說明

2011 年學生組隊參加「思源科學創意大賽」，隊名為「All is well」，設計的四個關卡名稱分別為第一關：出來吧！太陽 (物理)，第二關：跳躍吧！小孩 (化學)，第三關：變



圖 6 四關的關卡名稱

身吧！王子 (化學)，第四關：奔月吧！玉兔 (物理)，如圖 6 所示。四關關卡總圖，如圖 7 所示。

A. 化學關卡說明

第二關：跳躍吧！小孩 (化學)

「跳躍吧！小孩」的關卡設計圖，如圖 8 所示。

1. 黃色骨牌倒下後開啟馬達 I 開關，小孩上方具有波浪狀鐵絲，馬達 I 拉動小孩延軌道前進，波浪的高低起伏使小孩呈現跳格

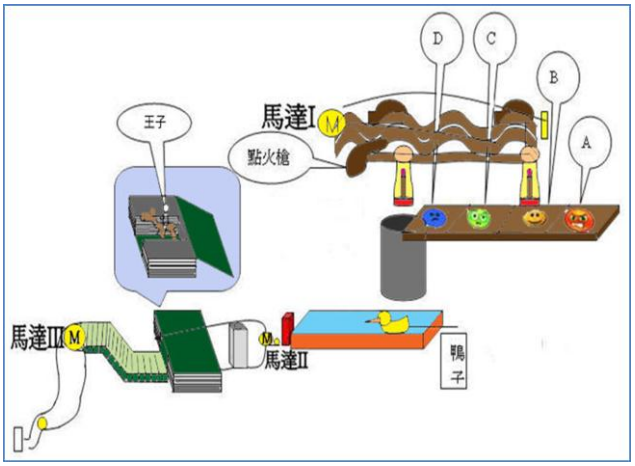


圖 8：「跳躍吧！小孩」的關卡設計

子的樣子 (呈現本關名稱：跳躍吧！小孩)。小孩體內裝著廣用指示劑，小孩下方放著三個橡膠挖好圖案的格子 A、B、C、D。A、B、C、D 分別塗上 [H⁺] 為 10⁻³ M、10⁻⁶ M、10⁻⁹ M、10⁻¹¹ M 的酸性溶液。當小孩前進到第一個波谷時，擠壓到小孩的裝置，廣用指示劑流出，A 格子內出現紅色小孩生氣臉的圖案，到第二個波谷時，B 格子出現黃色小孩笑臉圖案，C 格子出現綠色小孩鬼臉圖案，D 格子出現藍色小孩哭臉圖案。廣用指示劑在不同的 pH 值下顏色變化，如圖 9 所示。

2. 當小孩前進到軌道盡頭時，壓到電動車的微動開關，啟動電動車內的渦輪，使電動車開始啟動，電動車緩緩行駛象徵小鴨在水中自由自在的漂浮，電動

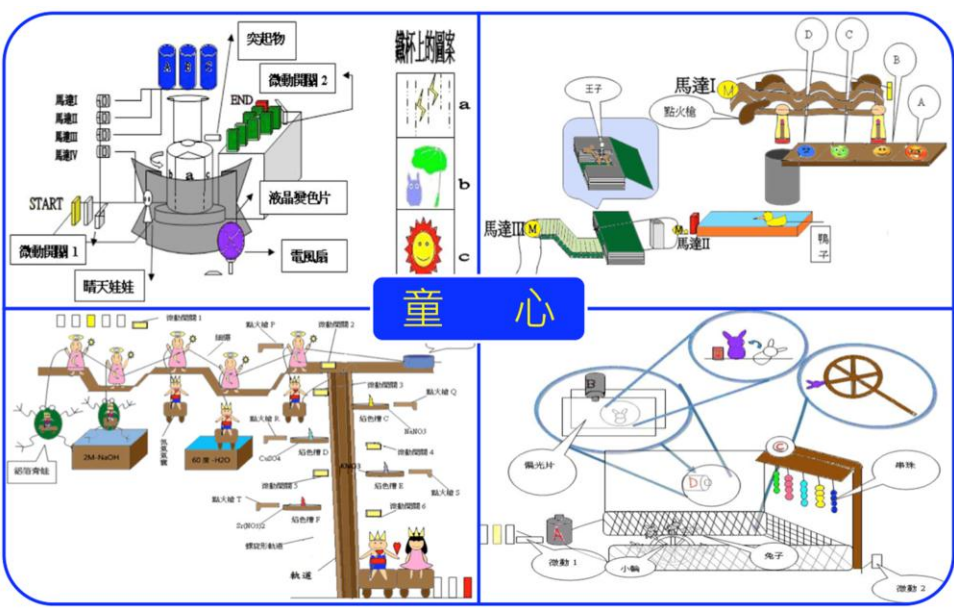


圖 7：四關的關卡總圖

車在水中行駛到盡頭推倒骨牌開始關卡連結。

- 骨牌觸動到馬達 II，將平躺的書翻起，翻開的封面壓到馬達 III，王子騎著馬沿著軌道從書中出現，呈現出小孩聽童話故事想像王子從故事出現的情形，當王子移動到軌道盡頭時，將沿著另一個軌道隱沒，王子消失不見呈現出王子落難，進而推動紅色骨牌接至下一關。

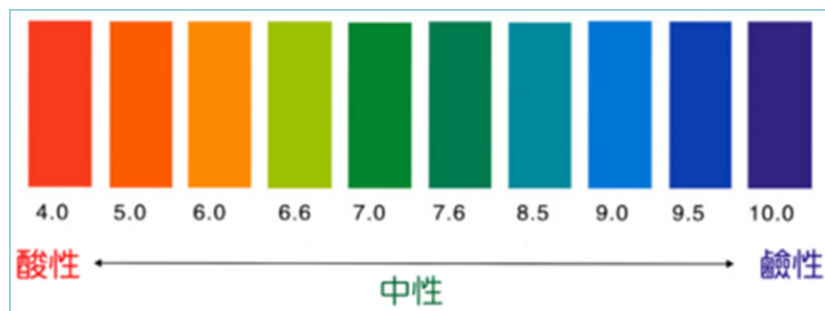
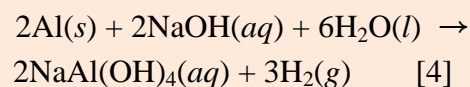


圖 9：廣用指示劑在不同的 pH 值下顏色變化

產生鋁離子和氫氧根生成的錯離子，化學反應如式[4]所示，王子變青蛙的魔咒遂告解除，露出了王子帥氣的外表！



第三關：變身吧！王子（化學）

「跳躍吧！小孩」的關卡設計圖，如圖 10 所示。

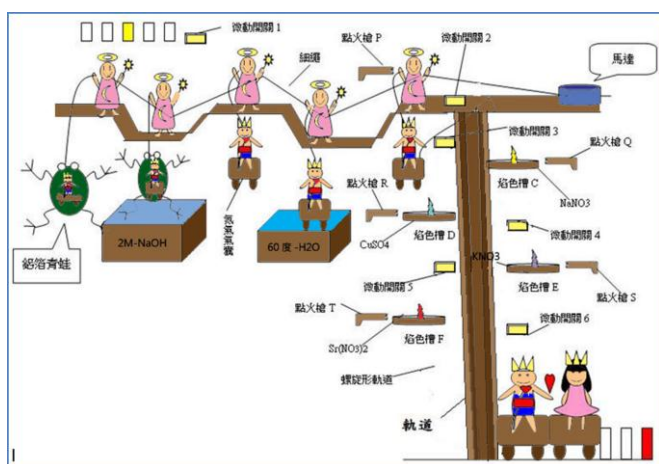


圖 10：「變身吧！王子」的關卡設計

- 骨牌倒下觸動微動開關 1，開啟馬達轉動，使其拉動細繩，帶動軌道上的仙女向前沿軌道移動，而身上包覆著鋁箔青蛙的王子，是以細線懸掛在仙女手上，此時方將一齊移動，當仙女行進至第一個軌道凹槽時，鋁箔青蛙將往下浸泡在 A 水溶液中（內含 2 M NaOH），此時鋁箔會被溶解而

- 接著，仙女循著軌道進入第二個軌道凹槽中時，會將王子投入 60°C 之 B 熱水槽中，王子底部的密閉氣囊溫度將會上升。依據查理定律，促使氣體體積膨脹，並藉由相連接的管子，壓迫王子體內的密閉紅墨水槽之紅墨水，向上進入王子胸前的心型容器中，塑造出王子因想念公主而怦然心動的景象。查理定律： $V = KT$ （定壓下，定量的氣體，其體積 V 與絕對溫度 T 成正比）。

- 當仙女抵達軌道末端時，會將王子放置在另一軌道上，觸動微動開關 2，同時關閉馬達並啟動點火槍 P 而促使火苗升起，因而燒斷王子與仙女連結的細線，王子便會坐上事先準備好的滑板，勇敢地順著軌道下滑，展開了他的冒險旅程。
- 當王子乘著滑板沿軌道往下滑時，會依序觸動微動開關 3、4、5、6，促使點火槍 Q、

R、S、T 開啟並點燃焰色槽 C、D、E、F (其內各裝著 NaNO_3 、 CuSO_4 、 KNO_3 、 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$)，使之依序產生黃、綠、紫、紅之焰色反應，營造出王子為了守護在公主身邊所需突破的種種難關！

5. 最後，王子好不容易克服重重困難，一見到公主便激動地吻上，這時兩人唇上的磁鐵因南北極相吸而甜蜜地相連，而王子親吻公主所造成的衝力，促使公主微微向後退，並順利推動公主後方的骨牌，結束這一關 (呈現本關名稱：出現吧！王子)。

[續〈[嘉義女中讓學生自我實現 \(下\)](#)〉]