

化學情境試題：分子廚藝

提供者：[國科會高瞻計畫中學教學資源平台](#)

化學情境試題：分子廚藝 (Molecular Gastronomy) [I]

國立彰化女子高級中學化學科鄭茜如老師

國立彰化師範大學化學系楊水平副教授責任編輯

在回答問題之前，首先請你閱讀與本試題有關的情境描述，以增加你對本試題背景知識的瞭解；然後思考問題解決的策略，並且寫下你的答案；最後用我們提供的參考答案檢查你的答案是否正確。

情境描述

「都已經是太空時代了，但人們對於如何打發蛋白才能讓甜點舒芙雷 (Souffle) 膨脹得更漂亮，煎牛排時應該先灑鹽還是後灑鹽，看法居然莫衷一是。」---艾維·提斯 (Hervé This)。圖一為甜點舒芙雷。



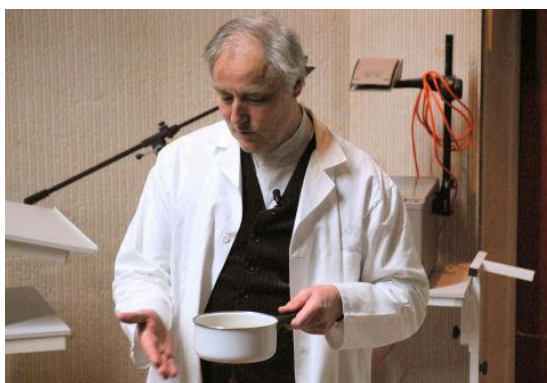
圖一 甜點舒芙雷 (Souffle)，是一種入口即化的甜點。

照片來源：Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Choco_souffle.jpg

科學家對於烹飪過程中所發生的各種變化，比如，蘋果為什麼削皮會變成褐色，需要加熱到多高的溫度，雞蛋才會煮熟.....一直都充滿了興趣。但大部分與這方面有關的研究，都從工業的角度出發，鮮少專注在家中或餐廳的廚房裡。

有感於科學與生活應密切結合，艾維·提斯 (圖二) 和匈牙利物理學家柯蒂·尼古拉斯 (Kürti Miklós) 在 1980 年時一起提出分子及物理美食學 (molecular and physical gastronomy)，後來更名為分子廚藝 (molecular gastronomy)，並開始有系統的對廚房中發生的各種變化進行研究，嘗試把科學的研究成果應用在廚房，建立完整的理論、開發新的烹飪方法、新的菜單，

也研發新的烹飪器材。

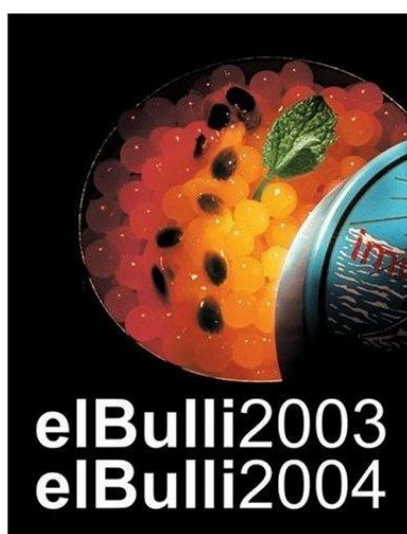


圖二 分子廚藝之父，法國物理化學家艾維·提斯。

照片來源：Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/File: Hervé This.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hervé_This.jpg)

比如，經過研究發現，肉從 40°C 開始發生蛋白質變性，55°C 時膠原蛋白開始融解，加熱到 79°C，大部分的蛋白質均變性，超過這個溫度，細胞破裂，水分流失，肉色轉灰；所以以不同的溫度烹煮出來的肉，口感色澤截然不同。若想做出軟嫩可口，富有膠原質的肉，應精確的以 55~80°C 進行烹調。再者，瞭解香味分子一般為油溶性，可以在烹煮過程中，添加具有界面活性劑特性的高分子（比如蛋白質），使入口後頓覺口齒留香。

又比如，當煮溫泉蛋時，並非所有的蛋白質在相同的溫度凝固。在 61°C 左右，卵鐵傳遞蛋白（*ovotransferrin*）是最先開始凝固的蛋白。卵清蛋白（*ovalbumin*）是含最豐富的蛋白，在 84°C 左右凝結。大部分的卵黃蛋白（*yolk proteins*）凝固介於 61°C ~ 84°C。溫度控制在 65°C，可以完成水煮嫩蛋，因為在這麼低的溫度只有部分的蛋白會凝固，蛋白光滑如蛋羹，蛋黃仍然橙色而且柔軟。還有，沙門氏菌在 60°C 下數分鐘無法生存。



圖三 以分子廚藝聞名的義大利餐廳 el Buli 的烹飪書封面，封面照片為其著名的仿魚子醬料理。

圖片來源：Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/File:El_Bulli_Cover.jpg

除了使得原有的烹飪法更好之外，分子廚藝也開發全新的食感。比如，果汁以針筒打入氯化鈣溶液中，使其立即凝結為一顆一顆仿如魚子醬般的小顆粒。初上菜時，乍看以為是魚子醬（圖三），入口後，才發現是荔枝汁。

又比如，利用乳化的概念，轉變啤酒、咖啡等常見的液態物質成為慕斯狀的外觀，使人對食物有全新的感受。

分子廚藝無疑是把廚藝這件事情帶入了一個全新的境界。這件事情是好是壞，到現在都還爭議很大，英國以分子廚藝著名的米其林三星餐廳“肥鴨（Fat Duck）”就曾被爆出民眾食物中毒事件；到底食物中毒是否與全新的食物處理手法有關，我們不得而知。但這一個全新開展出來的領域，還有很多未知，等著我們去探討。

情境試題

1. 艾維·提斯主張，許多在廚房中經常使用的名詞，常常會造成誤解，應該修正為更正確的名稱。下面有五組名詞，前者為廚房常用的名詞，後者為修正的名詞。請從下面五個選項中選出一組名詞的修正是有誤的。
 - (A) 白蛋白（Albumin） — 蛋白質（Protein）
 - (B) 食鹽（Table salt） — 氯化鈉（Sodium chloride）
 - (C) 乳瑪琳（Margarine） — 人造奶油（Artificial butter）
 - (D) 沙拉脫（A detergent） — 沙拉油（Salad oil）
 - (E) 美乃滋（Mayonnaise） — 沙拉醬（Salad dressing）
2. 【工欲善其事、必先利其器】化學實驗室中有很多常見的器材，若運用在廚房的烹飪上，則可以創造出新的烹飪效果。請在下面三項烹飪的過程，分別選出哪一種設備器材或材料最適合使用在各項的烹飪上。〔註：曾經在化學實驗室使用過的設備器材或材料，可能被化學藥品污染，務必不可用於廚房的烹飪，未曾在實驗室使用過的，才可以在廚房使用。〕
 - (1) 製作果醬的過程，期望保留水果原來的香氣。
 - (A) 電磁加熱攪拌器
 - (B) 迴流冷凝管
 - (C) 離心機
 - (D) 分液漏斗
 - (E) 電子天平
 - (2) 在烹飪的過程，使高湯更澄清。
 - (A) 分液漏斗
 - (B) 離心機
 - (C) 滴定管
 - (D) 抽濾漏斗及水流抽氣機
 - (E) 鈉型陽離子交換樹脂
 - (3) 煮雞蛋成為蛋白半凝固而且蛋黃柔軟的溫泉蛋。
 - (A) 恆溫水浴槽
 - (B) 陶瓷纖維網和本生燈
 - (C) 冷凍乾燥機
 - (D) 高壓殺菌釜
 - (E) 電磁加熱攪拌器
3. 分子廚藝創作料理：端出的雞尾酒看起來是冰沙，放到口中，才感覺到酒香，還有香味從鼻子裡釋出來。你認為產生這樣的效果最有可能是利用下列哪一種處理製作出來的？

(A) 添加明膠處理 (B) 冷凍離心處理 (C) 液態氮固化處理 (D) 低溫萃取處理 (E) 放置冰箱冷凍處理

4. 從科學的角度來看，在廚房的烹飪中，哪一項“傳說”是不合理的？
- (A) 在鹽水中直接煮熟玉米，與先在水中煮熟玉米後再沾鹽水的烹飪效果是一樣的。
 - (B) 想要快速煮出又軟又嫩的綠豆湯，切記要先水煮後放糖。
 - (C) 煮高湯時要蓋上鍋蓋，在上面放置一條濕冷毛巾，當毛巾被烘熱時，就放回冷水冷卻後再置回，如此可以防止高湯風味蒸發。
 - (D) 烹煮肉類時，加入鳳梨一起浸潤數分鐘，可使肉類更為軟嫩。
 - (E) 滴加檸檬汁於烤魚上，可降低魚腥味。
5. 甜點舒芙雷（圖一）的作法主要是 (i) 蛋黃加入砂糖打發至顏色變淺，加入牛奶等食材打勻。(ii) 蛋白放在打蛋盆中，再加入砂糖，拌打至發泡。(iii) 把蛋黃糊與蛋白泡拌勻，注入烤碗約七~八分滿，移入 190-200°C 的烤箱中，烤約 20 分鐘即可。舒芙雷在烤箱中加熱會膨脹，取出後不久體積會縮小。下列何者的解釋是不合理的？
- (A) 當拌打雞蛋蛋白至發泡時，包覆許多空氣小氣泡。
 - (B) 在烤箱中，添加的砂糖因加熱而產生二氧化碳，導致舒芙雷的體積膨脹。
 - (C) 在烤箱中，舒芙雷內部的空氣小氣泡因加熱而使體積膨脹。
 - (D) 從烤箱取出後，舒芙雷內部的空氣小氣泡因冷卻而體積縮小。
 - (E) 在烤箱中，舒芙雷內部有水分因加熱發蒸為水蒸氣。

參考資料（擷取日期：2010年10月）

1. Molecular Gastronomy Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular_gastronomy.
2. Hervé This, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Hervé_This.
3. Poached egg, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Poached_egg.
4. Cooking For Eggheads, Discovery – Science, Technology, and The Future, http://discovermagazine.com/2006/feb/cooking-for-eggheads/article_view?b_start:int=1&-C=.
5. [東京] Tapas Molecular Bar, <http://www.wretch.cc/blog/rosepudding/11310372>.
6. Maggie Liu 廖憶嘉/Cheese Souffle (起司舒芙里), YouTube, http://www.youtube.com/watch?v=a_NMEgAuJ9U
7. 認識分子廚藝—顛覆傳統美食經驗的料理革命，原著：Hervé This，譯者：蒲欣珍、梁曼嫻，2010，積木文化。
8. 分子廚藝，謝忠道，Verve，2010，August，p 58~p63。

化學情境試題：分子廚藝 (Molecular Gastronomy) [II]

國立彰化女子高級中學化學科鄭茜如老師

國立彰化師範大學化學系楊水平副教授責任編

在回答問題之前，首先請你閱讀與本試題有關的情境描述，以增加你對本試題背景知識的瞭解；然後思考問題解決的策略，並且寫下你的答案；最後用我們提供的參考答案檢查你的答案是否正確。

解題策略

1. 艾維·提斯主張，許多在廚房中經常使用的名詞，常常會造成誤解，應該修正為更正確的名稱。下面有五組名詞，前者為廚房常用的名詞，後者為修正的名詞。請從下面五個選項中選出一組名詞的修正是有誤的。
 - (A) 白蛋白 (Albumin) — 蛋白質 (Protein)
 - (B) 食鹽 (Table salt) — 氯化鈉 (Sodium chloride)
 - (C) 乳瑪琳 (Margarine) — 人造奶油 (Artificial butter)
 - (D) 沙拉脫 (Detergent) — 沙拉油 (Salad oil)
 - (E) 美乃滋 (Mayonnaise) — 沙拉醬 (Salad dressing)

Step 1: 瞭解各個名詞的意義，並比較其相關性。

Step 2: 選出一組名詞的修正是有誤的。

2. 【工欲善其事、必先利其器】化學實驗室中有很多常見的器材，若運用在廚房的烹飪上，則可以創造出新的烹飪效果。請在下面三項烹飪的過程，分別選出哪一種設備器材或材料最適合使用在各項的烹飪上。〔註：曾經在化學實驗室使用過的設備器材或材料，可能被化學藥品污染，務必不可用於廚房的烹飪，未曾在實驗室使用過的，才可以在廚房使用。〕
 - (1) 製作果醬的過程，期望保留水果原來的香氣。
 - (A) 電磁加熱攪拌器
 - (B) 迴流冷凝管
 - (C) 離心機
 - (D) 分液漏斗
 - (E) 電子天平

Step 1: 瞭解果香分子的特性。

Step 2: 瞭解化學實驗室常見器材的使用功能。

Step 3: 選出最適合的器材。

- (2) 在烹飪的過程，使高湯更澄清。

(A) 分液漏斗 (B) 離心機 (C) 滴定管 (D) 抽濾漏斗及水流抽氣機 (E) 鈉型陽離子交換樹脂

Step 1: 瞭解高湯澄清的意義。

Step 2: 瞭解選項中各設備器材和材料的功能。

Step 3: 選出最適合的器材或材料。

(3) 煮雞蛋成為蛋白半凝固而且蛋黃柔軟的溫泉蛋。

- (A) 恆溫水浴槽 (B) 陶瓷纖維網和本生燈 (C) 冷凍乾燥機 (D) 高壓殺菌釜 (E) 電磁加熱攪拌器

Step 1: 知道蛋白和蛋黃凝固的溫度，並瞭解溫泉蛋的特性。

Step 2: 瞭解化學實驗室常見器材的使用功能。

Step 3: 選出最適合的設備或器材。

3. 分子廚藝創作料理：端出的雞尾酒看起來是冰沙，放到口中，才感覺到酒香，還有香味從鼻子裡釋出來。你認為產生這樣的效果最有可能是利用下列哪一種處理製作出來的？
(A) 添加明膠處理 (B) 冷凍離心處理 (C) 液態氮固化處理 (D) 低溫萃取處理 (E) 放置冰箱冷凍處理

Step 1: 根據題意描述，觀察此道創作料理的特色為放到口中，感覺到酒香，還有香味從鼻子裡釋出來。

Step 2: 瞭解各處理方法的原理和作用，判斷各選項的合適性。

Step 3: 選出最適合的處理方法。

4. 從科學的角度來看，在廚房的烹飪中，哪一項“傳說”是不合理的？
(A) 在鹽水中直接煮熟玉米，與先在水中煮熟玉米後再沾鹽水的烹飪效果是一樣的。
(B) 想要快速煮出又軟又嫩的綠豆湯，切記要先水煮後放糖。
(C) 煮高湯時要蓋上鍋蓋，在上面放置一條濕冷毛巾，當毛巾被烘熱時，就放回冷水冷卻後再置回，如此可以防止高湯風味蒸發。
(D) 烹煮肉類時，加入鳳梨一起浸潤數分鐘，可使肉類更為軟嫩。
(E) 滴加檸檬汁於烤魚上，可降低魚腥味。

Step 1: 閱讀各個選項，鹽水與滲透壓的關係、糖水與滲透壓的關係、芳香分子與沸點的關係、蛋白質酵素的作用以及酸鹼反應生成的產物，判斷各敘述在科學上的合理性。

Step 2: 選出不合理的選項。

5. 甜點舒芙雷(圖一)的作法主要是(i)蛋黃加入砂糖打發至顏色變淺，加入牛奶等食材打勻。(ii)蛋白放在打蛋盆中，再加入砂糖，拌打至發泡。(iii)把蛋黃糊與蛋白泡拌勻，注入烤碗約七~八分滿，移入 190-200°C 的烤箱中，烤約 20 分鐘即可。舒芙雷在烤箱中加熱會膨脹，取出後不久體積會縮小。下列何者的解釋是不合理的？
(A) 當拌打雞蛋蛋白至發泡時，包覆許多空氣小氣泡。
(B) 在烤箱中，添加的砂糖因加熱而產生二氧化碳，導致舒芙雷的體積膨脹。
(C) 在烤箱中，舒芙雷內部的空氣小氣泡因加熱而使體積膨脹。

- (D) 從烤箱取出後，舒芙雷內部的空氣小氣泡因冷卻而體積縮小。
- (E) 在烤箱中，舒芙雷內部有水分因加熱發蒸為水蒸氣。

Step 1: 瞭解蛋白質的變性、蔗糖燃燒反應的溫度、查理定律（氣體溫度與體積的關係）以及水的相變化與體積的關係，判斷各個選項是否正確。

Step 2: 選出解釋不合理的選項。

化學情境試題：分子廚藝 (Molecular Gastronomy) [III]

國立彰化女子高級中學化學科鄭茜如老師

國立彰化師範大學化學系楊水平副教授責任編

在回答問題之前，首先請你閱讀與本試題有關的情境描述，以增加你對本試題背景知識的瞭解；然後思考問題解決的策略，並且寫下你的答案；最後用我們提供的參考答案檢查你的答案是否正確。

參考答案

1. 答案：(D)。

Step 1: (A) 白蛋白是一種蛋白質。此組名詞相關性高。

(B) 廚房常用的食鹽之化學成分為氯化鈉。此組名詞相關性高。

(C) 市售的乳瑪琳為人造奶油（植物性奶油），為不飽和的植物油氫化而成的飽和油脂。此組名詞相關性高。

(D) 沙拉脫俗稱清潔劑（或稱洗碗精），其主要成分為界面活性劑（含直鏈式烷基苯磺酸鹽和非離子型界面活性劑）；沙拉油是植物油，其主要成分為三酸甘油酯。三酸甘油酯不是界面活性劑，因此修正的名詞仍然有誤。

(E) 製作美乃滋的材料有新鮮的蛋黃和植物性油脂，蛋黃醬（mayonnaise），音譯美乃滋，又稱沙拉醬。

Step 2: 有誤的選項為(D)。

2. 答案：(1)：(B)，(2)：(D)，(3)：(A)。

(1) 製作果醬的過程，期望保留水果原來的香氣。

(A) 電磁加熱攪拌器 (B) 迴流冷凝管 (C) 離心機 (D) 分液漏斗 (E) 電子天平

Step 1: 果香分子大多為酯類，沸點較低，溫度稍高即揮發散去。

Step 2: 各種化學實驗室常見器材的功能如下：

(A) 電磁加熱攪拌器用於加熱或／和攪拌容器中的液體。故不適合保留水果原來的香氣。

(B) 迴流冷凝管可用於迴流裝置，在加熱迴流過程中揮發性物質蒸發成氣體後，在迴流冷凝管中冷凝成液體，然後回到瓶中。故適合保留水果原來的香氣。

(C) 離心機用於分離密度不同的物質。故不適合保留水果原來的香氣。

(D) 分液漏斗用於分離互不溶的兩層液體。故不適合保留水果原來的香氣。

(E) 電子天平用於稱量物體的質量。故不適合保留水果原來的香氣。

Step 3: 最適合選項為(B)。

(2) 在烹飪的過程，使高湯更澄清。

- (A) 分液漏斗 (B) 離心機 (C) 滴定管 (D) 抽濾漏斗及水流抽氣機 (E) 鈉型陽離子交換樹脂

Step 1: 烹飪高湯時，常有固體物質懸浮或沉澱於湯品中，影響口感及外觀，故湯品的澄清與否，是其品質好壞的重要指標。

Step 2: 化學實驗室常見設備器材和材料的使用功能如下：

- (A) 分液漏斗用於分離互不溶的兩層液體。高湯無互不溶的兩層液體，因此使用此器材不合適。
- (B) 離心機用於分離密度不同的物質。故使用此器材不合適。
- (C) 滴定管用於定量分析實驗，利用已知濃度的溶液測定另一溶液之濃度。故使用此器材不合適。
- (D) 抽濾漏斗搭配水流抽氣機用於分離含懸浮或沉澱的水溶液。高湯含有懸浮或沉澱的水溶液，因此使用此器材過濾高湯會很有效率。
- (E) 鈉型陽離子交換樹脂用於轉換水溶液中的其他陽離子成為鈉離子。故使用此材料不合適。

Step 3: 最適合選項為(D)。

(3) 煮雞蛋成為蛋白半凝固而且蛋黃柔軟的溫泉蛋。

- (A) 恆溫水浴槽 (B) 陶瓷纖維網和本生燈 (C) 冷凍乾燥機 (D) 高壓殺菌釜 (E) 電磁加熱攪拌器

Step 1: 根據情境描述，煮溫泉蛋的溫度控制水在溫 65°C。溫泉蛋的特性為蛋白半凝固，蛋黃柔軟。

Step 2: 化學實驗室常見設備和器材的使用功能如下：

- (A) 恆溫水浴槽用於控制恆定的水溫，樣品浸泡於水浴槽中，可精確地控制特定的溫度。因此，利用恆溫水浴槽控制水溫 65°C，浸漬蛋雞可以煮成溫泉蛋。
- (B) 陶瓷纖維網架設於熱源（如酒精燈或本生燈）的上方，加熱溫度很難控制在 65°C，也很難均勻地加熱。故使用此器材不合適。
- (C) 冷凍乾燥機用於冷凍真空乾燥，其原理是在此製程中樣品內的水份先被凍結至一適當低溫後，然後於高度真空的空間中，在低溫度和低壓力的條件下，利用昇華原理，樣品內的水份直接由固體（冰）不經液體狀態而變為氣體後再被排除，達到乾燥之作用。故使用此設備不合適。
- (D) 高壓殺菌釜用於器具或食品，在高溫高壓下殺死細菌。故使用此設備不合適。
- (E) 電磁加熱攪拌器用於加熱或／和攪拌容器中的液體。故使用此設備不合適。

Step 3: 最適合選項為(A)。

3. 答案：(C)。

Step 1: 端出的雞尾酒為冰沙，因此雞尾酒不是液態而是固態，放入口中後，溫度升高，

立即轉變為液態。故此物質應是原來液態的雞尾酒被降低溫，以致轉變為固態。

Step 2: 各選項的作用如下所述：

- (A) 添加明膠可使原本液態的物質（雞尾酒）凝結為固態，但不會變成冰沙。故使用此處理不合適。
- (B) 冷凍離心處理是利用密度不同，在低溫下離心易受高溫影響的樣品進行分離。故使用此處理不合適。
- (C) 液態氮固化處理是利用液態氮冷凍物質，使液態轉變成固態。由於雞尾酒含有大量水分，利用液態氮處理可以使水固化成為冰沙。還有，液態氮吃在嘴裡會連帶香味從鼻子裡釋出來。故使用此處理非常合適。
- (D) 低溫萃取的原理是在低溫下，溶質由一個溶劑轉入另一個不溶的溶劑中。故使用此方法不合適。
- (E) 放置冰箱冷凍處理可以使雞尾酒變成冰塊，但是放到口中不會有香味從鼻子裡釋出來。故使用此處理不合適。

Step 3: 最適合選項為(C)。

4. 答案：(A)。

Step 1: 從科學的角度來看，判斷各選項的合理性如下所述：

- (A) 在鹽水中直接煮熟玉米，會導致玉米粒縮小且表面呈現凹陷，這是鹽水具有高滲透壓之故。先在水中煮熟玉米後再沾鹽水，玉米粒不會立即縮小。兩者的烹飪效果是不一樣的。故此項“傳說”不合理。
- (B) 要快速煮爛綠豆，應該在低滲透壓的溶液中烹飪，才能使水分子進入綠豆中。先加糖會造成高滲透壓的溶液，降低水分子進入綠豆中，使綠豆煮爛的速率變慢。故先水煮後放糖是合理的。
- (C) 通常具有風味的分子之沸點較低，因此易變為氣體而揮發。利用濕毛巾放在鍋蓋上降溫，促使氣態的風味分子再度轉變回液態，這是阻止高湯風味蒸發的好方法。故此項“傳說”合理。
- (D) 鳳梨具有蛋白質酵素（papain），可以分解肉類的部分蛋白質為氨基酸，使肉類更為軟嫩。故此項“傳說”合理。
- (E) 具魚腥味的分子為有機胺類，屬於鹼性，檸檬汁含檸檬酸，可以與胺類進行酸鹼中和而形成鹽類，因此滴加檸檬汁於烤魚上，可降低魚腥味。故此項“傳說”合理。

Step 2: 不合理的選項為(A)。

5. 答案：(B)。

Step 1: 各選項的合理性如下所述：

- (A) 雞蛋在打發過程中所造成的蛋白質變性，可使空氣被包裹於其中。故此項解釋合理。
- (B) 在烤箱中，190-200°C的溫度不足以使蔗糖產生燃燒反應，因此不會產生二氧

化碳氣體。故此項解釋不合理。

- (C) 查理定律，又稱查理-蓋呂薩克定律：當壓力不變時，一定量的理想氣體之體積和絕對溫度成正比。故在烤箱中升高溫度，導致在舒芙雷中的空氣體積膨脹。故此項解釋合理。
- (D) 運用定律同上。故取出後溫度下降，導致在舒芙雷中的空氣體積縮小。故此項解釋合理。
- (E) 液態的水轉變為氣態的水蒸氣，會使體積膨脹為多倍。以水為例，1 atm 下，0 °C 時，1 莫耳液態水的體積為 18 mL，氣態的體積變為 22400 mL。故此項解釋合理。

Step 2: 不合理的選項為(B)。