

九年一貫課綱與 108 課綱中課程內容差異 —以八年級『莫耳』概念為例

陳秀溶^{1*} 蔡顯慶²

¹彰化縣立彰泰國民中學

²國立彰化師範大學

壹、緒論

民國 57 年時，因中央政府深感教育對國家建設的重要性，故進行教育改革將原先 6 年的國民義務教育延長為九年，大大提升國民的素質與識字水平。但隨著時代變遷，九年國民義務教育著重知識灌輸的教育方式，已無法協助新世代的未來公民在知識量暴增的時期解決未來生活所面臨的問題，因而，自民國 90 年起逐年實施九年一貫課程，九年一貫課程綱要（教育部，2008a）強調以『培養表達、溝通和分享的知能；尊重他人，增進團隊合作；增進規劃、組織與實踐的知能；激發主動探索和研究的的精神；培養獨立思考與解決問題的能力』為課程目標，要培養學生帶的走的能力，而不是知識的記憶。至近年來，資訊科技日新月異，知識的擴充量一日千里，十二年國民基本教育課程綱要（教育部，2014）強調培養以人為本的核心素養，注重『符號運用與溝通表達；人際關係與團隊合作；規劃執行與創新應變；系統思考與解決問題』。從歷年來的教育改革可看出相較於舊思維知識導向的學習模式，現今的教育目標已轉向學習創新、能力導向的學習模式。

貳、十二年國民基本教育的核心素養

學校教育必須教導學生如何為未來做準備。經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development，簡稱 OECD）指出為適應二十一世紀新形態的科技生活，學生需具備包括正確的態度、價值觀（OECD, 2016）、知識、技能、意義的理解與遷移的能力（Wiggins & McTighe, 2011）。在這資訊科技一日千里、知識爆炸的今日，學生至網路世界即可搜尋到為數眾多的資訊，故今日的教育重點不再是記憶知識，而是教導學生如何學習、過濾訊息、知識的遷移與創新...等『能力的養成』，因學生將來所從事的工作可能現在還不存在、許多科技技術還沒發展（陳以亨、李芸蘋、林思吟，2012；Gunderson, Jones, & Scanland, 2005），若學生具有正確的價值觀與態度、強健的身心素質且能持續自我精進必能因應未來時代的變遷。故我國自民國 103 年發布『十二年國民基本教育課程綱要總綱』（教育部，2014），並於民國 108 年正式上路，因此又稱為『108 課綱』。108 課綱強調培養未來公民的核心素養，『核心素養』是指一個人為適應現在生活及面對

未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，涵蓋生活情境中自主行動、溝通互動與社會參與三大面向，進而細分出身心素質與自我精進、系統思考與解決問題、規劃執行與創新應變、符號運用與溝通表達、科技資訊與媒體素養、藝術涵養與美感素養、道德實踐與公民意識、人際關係與團隊合作、多元文化與國際理解等九大項目（教育部，2014），而這與 OECD 在 2030 年教育框架中指出未來教育應是由知識、技能、態度和價值三個層面融合而成之全球素養（OECD, 2018），有異曲同工之妙。

參、因應課綱編輯教科書

教科書指引著老師的教學，對學校課堂教學實踐有著重大影響（Knippels, Waarlo, & Boersma, 2005），更是傳遞學習內容的重要工具（周珮儀，2005）。教育目標會隨著時代變遷而有所改變，進而牽動教科書內容的編輯，故因應 108 課綱，教科書編輯內容與以往有極大差異，為達成 108 課綱『希望減少知識的背誦和高複雜度的計算測驗，提升學生靈活運用知識的能力，解決實際生活中所遇到的挑戰。課堂中強化跨領域教學與實作，逐步培養學生跨領域及整合的能力。』之要求，以國民中學八年級階段自然科學之『莫耳』相關概念為例，在九年一貫課綱自然與生活科技學習領域（教育部，2008b）與 108 課綱自然科學領域（教育部，2018）中所規劃之內容差異相當大，如表一所示。

由表一中可看出，九年一貫課綱自然

與生活科技學習領域（教育部，2008b）中並無提及『莫耳』這個名詞，莫耳概念是化學計量的基礎（Kolb, 1978），『莫耳』的概念會牽扯到『莫耳濃度』，對於酸鹼濃度的理解、化學反應的計算具有不可輕忽的重要性，因而在教材的編輯上，國民中學自然教科書市佔率最高的三個版本，都有將『莫耳』與『莫耳濃度』編入教科書內容中。然而 108 課綱希望減少知識的背誦和高複雜度的計算測驗，多一些與生活知識的聯結提升學生靈活運用知識的能力，解決實際生活中所遇到的挑戰，故在 108 課綱自然科學領域（教育部，2018）學習內容說明中明確提及『莫耳的觀念僅止於名詞的認識，不涉及莫耳數和原子、分子數量轉換的計算，不涉及亞佛加厥數、莫耳相關運算。』。108 課綱自然科學領域（教育部，2018）在『莫耳』與『莫耳濃度』部分大刀闊斧的刪減，但是否反應在教科書編輯上？故我們比較 108 學年度（九年一貫課綱版本）與 109 學年度（108 課綱版本）國民中學自然教科書市佔率最高的三個版本之自然科學教科書，看其在『莫耳』與『莫耳濃度』部分的教材內容規劃是否符合 108 課綱的要求，比較表格如表二所示。

表二中可看出不同版本教科書在九年一貫課綱與 108 課綱規範下在書中均有呈現『莫耳為數目的單位』、『1 莫耳含有 6×10^{23} 個粒子』、『質量/原子量或分子量 = 莫耳數』、『化學反應式的係數比 = 分子數比 = 莫耳數比』、『溶質莫耳數/溶液體積 = 體積莫耳濃度』、『氫離子莫耳濃度 = 氫氣

表一：九年一貫課綱與 108 課綱中關於『莫耳』學習內容比較。

課綱	主題	次主題	學習內容	學習內容說明
108 課綱	物質的組成與特性	物質組成與元素的週期性	原子量與分子量是原子、分子之間的相對質量。	原子量可在介紹元素規律性和週期性時引進。原子量和分子量的介紹，不涉及亞佛加厥數、莫耳相關運算。莫耳的觀念僅止於名詞的認識，不涉及莫耳數和原子、分子數量轉換的計算。
九年一貫課綱	無	無	無	無

表二：九年一貫課綱與 108 課綱不同版本教科書中『莫耳』與『莫耳濃度』相關內容比較表。

概念	九年國教課綱			108 課綱		
	A 版	B 版	C 版	A 版	B 版	C 版
莫耳為數目的單位	■	■	■	■	■	■
1 莫耳 (mol) 含有 6×10^{23} 個粒子	■	■	■	■	■	■
<u>質量</u> 原子量或分子數 = 莫耳數	■	■	■	■	■	■
<u>粒子個數</u> 6×10^{23} = 莫耳數	■	■	■		■	■
化學反應式的係數比 = 分子數比 = 莫耳數比	■	■	■	■	■	■
體積莫耳濃度 = <u>溶質莫耳數 (mol)</u> 溶液體積 (L)	■	■	■	■	■※	■※
pH 值表示水溶液中氫離子的濃度	■	■※		■	■※	
$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}M$ ，表示 pH=7；呈中性	■★	■★	■★	■★	■★	■★
$[H^+] > [OH^-]$ ，表示 pH<7；呈酸性	■★	■★	■★	■★	■★	■★
$[H^+] < [OH^-]$ ，表示 pH>7；呈鹼性	■★	■★	■★	■★	■★	■★
氫離子濃度與氫氧根離子濃度的乘積是固定的	■					
稀釋前、後，溶液中溶質莫耳數不會改變		■●	■			

註：■ 課文中呈現該內容

★ 圖片中呈現該內容

● 例題中呈現該內容

※ 知識快遞/知識便利貼中呈現該內容

根離子莫耳濃度 = $10^{-7}M$ ，表示 pH=7；呈中性』、『氫離子莫耳濃度 > 氫氧根離子莫耳濃度，表示 pH<7；呈酸性』、『氫離子

莫耳濃度 < 氫氧根離子莫耳濃度，表示 pH > 7；呈鹼性』等概念。三個教科書版本間有所差異的概念為『粒子個數/ 6×10^{23} = 莫

耳數』三個版本中僅 108 課綱的 A 版本教科書未提及；『pH 值表示水溶液中氫離子的濃度』三個版本中僅 C 版本教科書未提及；『氫離子濃度與氫氧根離子濃度的乘積是固定的』三個版本中僅九年一貫課綱中 A 版本教科書提及，108 課綱三個版本均未提及此概念；『稀釋前、後，溶液中溶質莫耳數不會改變』三個版本中僅九年一貫課綱 A 版本教科書未提及，但在 108 課綱中三個版本均未提及此概念。由表二可看出，雖然 108 課綱希望減少知識的背誦和高複雜度的計算測驗，但似乎在教材概念內容規劃上與九年一貫課綱所編輯出的教科書概念內容差異不大。

肆、評量執行目標與監控達成目標

課程、教學與評量三者密不可分(吳俊憲, 2020; 顏國樑、閔詩紘, 2018), 評量可改變教師的角色, 將教師由知識的傳輸者轉變成思考的促進者, 故評量具有執行目標、監控達成目標的功能 (Jorgensen & Shymansky, 1996)。因應 108 課綱希望課程中多一些與生活知識的聯結, 藉以提升靈活運用知識的能力, 盡可能降低知識的背誦和高複雜度的計算測驗, 而這轉變的趨勢亦可從國中會考的趨勢看出端倪, 目前會考已融入素養題, 而 108 課綱正式實施的學生將於民國 111 年參加國中會考, 因而負責國中教育會考考題的國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心主任陳柏熹教授指出目前的會考題型已經不著重『記得多少』, 而是聚焦在理解、表達清楚、

能否把學科知識和生活情境相連結與注重生活應用, 而在民國 111 年起會考題型設計將適度融入跨領域素材與新課綱所涵蓋議題並使用真實情境進行提問, 強化生活實踐題, 強調應用核心知識與技能, 解決真實情境脈絡中的問題 (師大新聞, 2019)。雖然 108 課綱正式實施的學生在民國 111 年才會正式參加教育會考, 但自民國 103 年開始辦理教育會考至今的『莫耳』相關概念會考題, 如表三所示, 也可嗅出素養導向命題的趨勢。

統整表三中會考試題所要考的重要基本概念, 如表 4 所示。由表四中可看出早期會考題在『莫耳』相關概念試題解題較需繁雜的計算, 但近年來已轉變為學生概念清楚很簡易的計算即可答題。且從 103 年至 110 年總共 8 年的會考試題中, 『莫耳數=質量/分子量』概念是每年會考都會出題的重要概念, 而『化學反應式中係數比=莫耳數比』105 年與 107 年會考未出題, 但在 109 年有 2 題應用此概念解題, 而『 $[H^+]$ 、 $[OH^-]$ 與 pH 值關係』有 3 年會考試題解題需應用此概念, 『莫耳濃度=溶質莫耳數/溶液體積』與『粒子數=莫耳數 $\times 6 \times 10^{23}$ 』有 2 年會考試題解題需應用此概念。因此, 由會考試題的出題可看出『莫耳數=質量/分子量』與『化學反應式中係數比=莫耳數比』是莫耳相關概念中的重要概念。正因如此, 所以當 108 課綱在學習內容中清楚提及『莫耳的觀念僅止於名詞的認識, 不涉及莫耳數和原子、分子數量轉換的計算, 不涉及亞佛加厥數、莫耳相關運算。』(教育部, 2014),

為何三家市佔率最高的教科書版本均都保留『莫耳數=質量/分子量』、化學反應式中係數比=莫耳數比、 $[H^+]$ 、 $[OH^-]$ 與 pH 值關係、莫耳濃度=溶質莫耳數/溶液體積』。

但 108 課綱中明訂『不涉及莫耳數與亞佛加厥數間的換算』，而『粒子數=莫耳數 $\times 6 \times 10^{23}$ 』僅有 A 版本未提及，其它版本仍保留。

表三：103 年-110 年會考中『莫耳』相關概念試題一覽表。

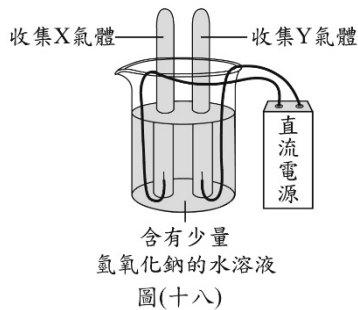
年度	題號與試題內容與解析	試題對應教科書莫耳概念相關內容												
110	<p>41. 乙酸異丁酯是存在於哈密瓜等水果中，具果香味的化合物。乙酸異丁酯可由乙酸和異丁醇經濃硫酸脫水的反應而產生，為一種酯化反應，已知此反應的化學反應式中，各反應物和生成物的係數均為 1，且乙酸、異丁醇、硫酸和水的分子量依序為 60、74、98 和 18，則乙酸異丁酯的分子量應為下列何者？</p> <p>(A) 116 (B) 134 (C) 214 (D) 232</p> <p>解析：反應式為 乙酸+異丁醇→乙酸異丁酯+水 係數比=莫耳數比 1 : 1 : 1 : 1 質量=莫耳數 X 分子量，且此反應遵守質量守恆，故 乙酸質量+異丁醇質量=乙酸異丁酯質量+水質量 $1 \times 60 + 1 \times 74 = 1 \times \text{乙酸異丁酯的分子量} + 1 \times 18$ 故乙酸異丁酯的分子量為 116，故答案為 A。</p>	<p>1. 化學反應式中係數 = 莫耳數比 2. 莫耳數 = 質量 / 分子量</p>												
109	<p>13. 室溫下，小綺分別配製甲、乙、丙三杯濃度皆為 0.2 M 的水溶液，其溶質種類與說明，如表(二)所示。這三杯水溶液 pH 值的大小關係，應為下列何者？</p> <table border="1" data-bbox="421 1368 1049 1577"> <thead> <tr> <th>水溶液</th> <th>溶質</th> <th>說明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>甲</td> <td>HCl</td> <td>強酸</td> </tr> <tr> <td>乙</td> <td>CH₃COOH</td> <td>弱酸</td> </tr> <tr> <td>丙</td> <td>NaOH</td> <td>強鹼</td> </tr> </tbody> </table> <p>(A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 = 乙 > 丙 (C) 丙 > 乙 > 甲 (D) 丙 > 乙 = 甲</p>	水溶液	溶質	說明	甲	HCl	強酸	乙	CH ₃ COOH	弱酸	丙	NaOH	強鹼	<p>1. $[H^+]$、$[OH^-]$ 與 pH 值關係</p>
水溶液	溶質	說明												
甲	HCl	強酸												
乙	CH ₃ COOH	弱酸												
丙	NaOH	強鹼												

解析： $[HCl] = [H^+] = 0.2M$

CH₃COOH 部分解離，故[CH₃COOH]>[H⁺]，故[H⁺]<0.2M
 [H⁺]濃度越大越偏酸性，pH 值越小。故 pH 值 7>乙>甲
 NaOH 為鹼性，故 pH>7，故答案為 C。

- 109 26. 已知 25°C 時 0.001 莫耳的氫氣和氧氣體積均約為 24.5 mL。
 小捷在 25°C 的環境下進行電解水實驗，實驗前裝置如圖(十八)所示。反應一段時間後，兩管分別收集到 X 氣體 4.9 mL
 和 Y 氣體，關於 Y 氣體的名稱與體積，下

1. 化學反應式中係數 = 莫耳數比



列推論何者正確？

- (A)若 Y 氣體為氫氣，體積約為 4.9 mL
- (B)若 Y 氣體為氫氣，體積約為 9.8 mL
- (C)若 Y 氣體為氧氣，體積約為 4.9 mL
- (D)若 Y 氣體為氧氣，體積約為 9.8 mL

解析：電解水反應式為 2H₂O→2 H₂+ O₂

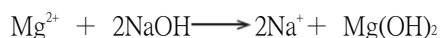
氣體係數比=莫耳數比=體積比，故若 X 為氫氣 4.9 mL

則 Y 為氧氣體積為 2.45mL，無此答案。

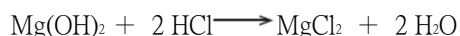
故 X 為氧氣 4.9 mL

則 Y 為氫氣體積為 9.8mL，故答案為 B。

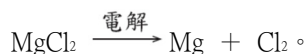
- 109 44. 鎂離子為海水中含量第二多的金屬離子，從海水中提取鎂離子為工業上製造鎂的方法之一。其步驟如下：
 步驟一：在濃縮的海水中加入氫氧化鈉，會產生氫氧化鎂而沉澱析出。



步驟二：之後再加入鹽酸，經處理後可得到固態的氯化鎂。



步驟三：電解熔融狀態的氯化鎂即可得到鎂。

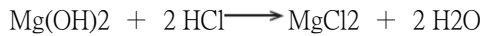


1. 化學反應式中係數 = 莫耳數比
 2. 莫耳數 = 質量/分子量

依據上述方法，在某次製鎂的反應後，共產生鎂 960 克，則該次製鎂反應中，理論上會消耗重量百分濃度為 80% 的鹽酸共多少公克？(鎂的原子量為 24，氯化氫的分子量為 36.5)
(A) 1825 (B) 2400 (C) 2920 (D) 3650



$$\text{莫耳數} = \text{質量} / \text{分子量} \quad \text{MgCl}_2 \text{ 莫耳數} = 960 / 24 = 40$$



$$\begin{aligned} \text{係數} = \text{莫耳數比} & \qquad \qquad \qquad 2 \quad : \quad 1 \\ & \qquad \qquad \qquad = 80 \quad : \quad 40 \end{aligned}$$

莫耳數=質量/分子量 有 80 莫耳 HCl 參與反應，其質量為 $80 \times 36.5 = 2920$ (公克)

$$\text{溶質質量} = \text{溶液質量} \times \text{百分濃度} \quad \text{故 } 2920 = \text{溶液質量} \times 80\%$$

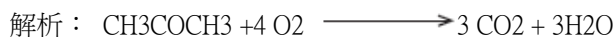
故溶液質量為 3650，故答案為 D。

- 108 36. 取相同莫耳數的丙酮(CH₃COCH₃)、丙烷(C₃H₈)分別與氧氣反應，未平衡係數的反應式如下：



若丙酮和丙烷皆完全燃燒，則上述兩種反應的氧氣消耗量和水生成量之關係，應為下列何者？

- (A) 氧氣消耗量：丙酮 < 丙烷；水生成量：丙酮 < 丙烷
(B) 氧氣消耗量：丙酮 < 丙烷；水生成量：丙酮 > 丙烷
(C) 氧氣消耗量：丙酮 > 丙烷；水生成量：丙酮 < 丙烷
(D) 氧氣消耗量：丙酮 > 丙烷；水生成量：丙酮 > 丙烷



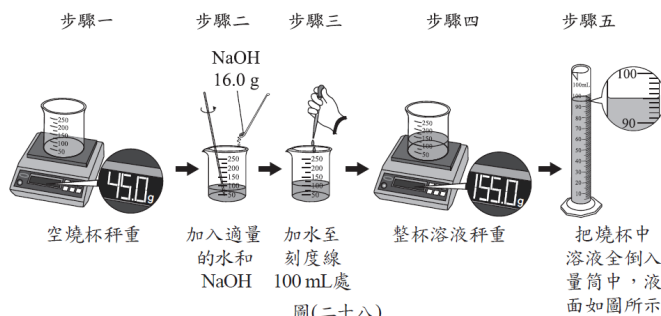
若取 1 莫耳丙酮與丙烷燃燒，因係數=莫耳數比，故丙酮氧氣消耗 4 莫耳，生成水 3 莫耳丙烷氧氣消耗 5 莫耳，生成水 4 莫耳，答案為 A。

1. 化學反應式中係數 = 莫耳數比

108

小葵查詢相關資料後，知道要配製某種濃度的 NaOH 水溶液 100 mL，需加入 NaOH 16.0 g，圖(二十八)的步驟一至步驟四為她在室溫下進行此濃度溶液配製，以及溶液密度測量的步驟示意圖。步驟四完成後，經老師提醒，才知道燒杯上的刻度標示僅為參考之用，誤差較大，所以小葵待溶液溫度回到室溫後，再以量筒測量溶液的總體積如步驟五所示。

1. 莫耳濃度 = 溶質莫耳數 / 溶液體積
2. 莫耳數 = 質量 / 分子量



依測量的結果可知，用此方法和器材配製溶液確實會有較大的誤差，應改用容量瓶等器材來配製溶液。







53. 小葵原本想配製的溶液體積莫耳濃度，以及實際配製出的濃度依序為何？（H、O 和 Na 的原子量分別為 1、16 和 23）
- (A) 0.4 M、小於 0.4 M (B) 0.4 M、大於 0.4 M
 (C) 4.0 M、小於 4.0 M (D) 4.0 M、大於 4.0 M

解析：原本想配製的溶液體積莫耳濃度
 $\text{NaOH 莫耳數} = \text{NaOH 質量} / \text{NaOH 分子量} = 16 / 40 = 0.4$
 $\text{NaOH 莫耳濃度} = 0.4 / 0.1 = 4 \text{ (M)}$
 實際配製的溶液體積莫耳濃度
 NaOH 莫耳數 為 0.4 莫耳，但溶液體積僅有 95mL，
 $\text{NaOH 莫耳濃度} = (0.4 / 0.095) > 4\text{M}$ ，故答案為 D。

107

阿勝看到一篇有關節能減碳的文宣，決定將工廠裡的白熾燈全部改為某種較省電的燈具，圖(四十)為該文宣的部分內容，文宣中的白熾燈可以用下方同一欄中的較省電燈具來取代。阿勝利用此文宣，計算出他更換 300 盞相同的白熾燈，一個月可節省電能 2700 度，同時可減少相當於 1447 公斤的 CO₂ 排放量。

1. 莫耳數 = 質量 / 分子量
2. 粒子數 = 莫耳數 $\times 6 \times 10^{23}$

白熾燈				
	40W	60W		
較省電燈具				
	LED 燈泡	省電 燈泡	LED 燈泡	省電 燈泡
	7W	10W	9W	13W

圖(四十)

52. 根據阿勝的計算，更換 300 盞白熾燈後，相當於一個月約減少排放多少數量的 CO_2 分子？(C 和 O 的原子量分別為 12 和 16)

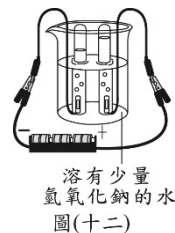
- (A) $\frac{1447}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 個 CO_2 分子
- (B) $\frac{1447000}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 個 CO_2 分子
- (C) $\frac{1447}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 莫耳的 CO_2 分子
- (D) $\frac{1447000}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 莫耳的 CO_2 分子

解析：莫耳數=質量/分子量 故 CO_2 莫耳數= $\frac{1447000}{44}$

粒子數=莫耳數 $\times 6 \times 10^{23}$

故 CO_2 分子數= $\frac{1447000}{44} \times 6 \times 10^{23}$ (個)，答案為 B。

- 106 20. 小安進行電解水的反應，其實驗如圖(十二)所示，在正極產生 8 公克的氣體 X。若氣體 X 全部由電解水的反應產生，則消耗的水為多少莫耳？(氫、氧的原子量分別為 1、16)



- 化學反應中係數=莫耳數比
- 莫耳數=質量/分子量

- (A)0.25 (B)0.5
- (C)1 (D)4

解析：電解水正極產生氧氣，負極產生氫氣。

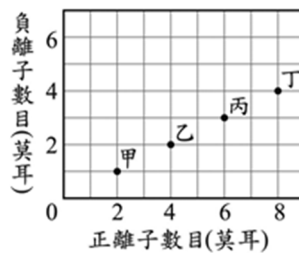
莫耳數=質量/分子量 氧氣莫耳數=8/32=0.25

反應式為 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

係數=莫耳數比 2 : 1

水莫耳數 : 0.25，故水莫耳數為 0.5 莫耳，故答案為 B。

106 29. 已知化合物 X 在水中是一種強電解質。分析人員偵測只含化合物 X 的甲、乙、丙和丁四杯不同濃度的水溶液，並將化合物 X 解離出的正、負離子數目作圖，如圖(十六)所示。由圖判斷下列何者最可能是化合物 X？



1. 莫耳是數量的單位

- (A)CaCl₂ (B)CuSO₄
(C)Na₂SO₄ (D)CH₃COOH

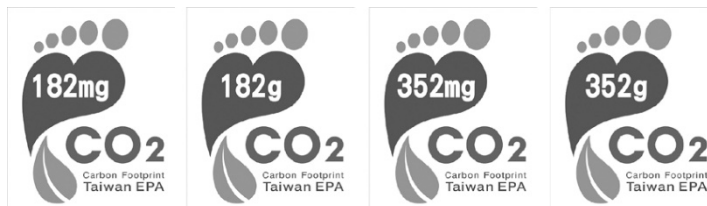
解析：圖中可看出正離子數：負離子數=2:1

故 1 個 X 分子解離時會解離出 2 個正離子數與 1 個負離子數，故答案為 C。

105 23. 圖為可樂包裝上的碳足跡標籤，標籤上的數字代表此可樂(包含瓶子)從製造、運輸、使用到回收等過程中，各階段所產生的溫室氣體，經換算後相當於總共排放出 280g 的二氧化碳。若某運動飲料的碳足跡經換算後為 8 莫耳的二氧化碳，則此運動飲料的碳足跡標示應為下列何者？(碳和氧的原子量分別為 12 與 16)

1. 莫耳數 = 質量 / 分子量

- (A) (B) (C) (D)



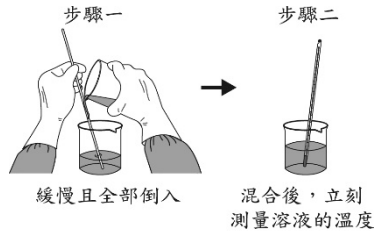
解析：莫耳數 = 質量 / 分子量 8 = 二氧化碳質量 / 44

故二氧化碳質量為 352 公克，故答案為 D。

105 圖(二十四)為小萍進行溶液配製的步驟示意圖，已知步驟一的兩個燒杯內，其中一杯裝有密度為 1.8g/cm³、重量百分濃度為 98% 的硫酸 100 mL，另一杯裝有蒸餾水。開始進行溶液配製前，兩杯內液體的溫度均為 25℃。

1. 莫耳濃度 = 溶質莫耳數 / 溶液體積

2. 莫耳數 = 質量 / 分子量



圖(二十四)

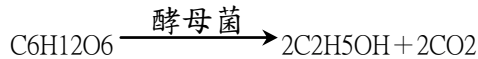
54. 若最後小萍配製出的溶液體積恰為 200mL，則此溶液的容積(體積)莫耳濃度為下列何者？(H₂SO₄ 的分子量為 98)
- (A)0.36M(B)1.80M(C)2.78M(D)9.00M

解析：溶液質量=密度 X 體積=1.8 X 100=180 (公克)
 溶質質量=溶液質量 X 重量百分濃度=180X98%
 溶質莫耳數=質量/分子量=(180X98%)/98=1.8
 莫耳濃度=溶質莫耳數/溶液體積=1.8/0.2=9 (M)

故答案為 D。

104

40. 已知二氧化碳、葡萄糖的分子量分別為 44、180。葡萄糖在無氧密閉環境中經由酵母菌發酵的反應式為：

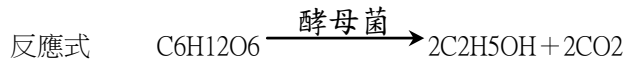


現有 3×10^{24} 個葡萄糖分子，經由酵母菌發酵後，最多約可產生 C₂H₅OH 多少公克？

- (A)220 (B)230 (C)440 (D)460

解析：莫耳數=粒子數/6×10²³

故葡萄糖分子莫耳數= $3 \times 10^{24} / 6 \times 10^{23} = 5$ (莫耳)



係數=莫耳數比 1 : 2
 5 : 10

故產生 10 莫耳酒精，質量=莫耳數 X 分子量=460，故答案為 D。

- 1.莫耳數=粒子數/6×10²³
- 2.化學反應式中係數=莫耳數比
- 3.莫耳數=質量/分子量

104 52. 根據老師的結論，若筱喬在甲點進行檢測實驗時，收集產生的氣泡並通入蒸餾水中，則形成溶液的過程， $[H^+]$ 和 pH 值分別會有何種變化？

- (A)兩者都變大 (B)兩者都變小
(C) $[H^+]$ 變小；pH 值變大 (D) $[H^+]$ 變大；pH 值變小

1. $[H^+]$ 與 pH 值關係

解析：貝類與珊瑚化石的主要成分為碳酸鈣，滴加鹽酸會產生二氧化碳氣體，將二氧化碳通入蒸餾水中後，會形成碳酸水溶液，故持續通入二氧化碳時，水溶液的 $[H^+]$ 變大；pH 值變小，故答案為 D。

103 37. 「燃燒化石燃料會產生二氧化碳，二氧化碳經由海洋溶解吸收後，海水仍維持弱鹼性，但微小的 pH 值變化仍可能會影響龐大的海洋生態。」根據此敘述，關於海水吸收二氧化碳的過程與結果，下列的判斷何者正確？

- (A)海水 $[H^+]$ 增加，且海水 $[H^+]>[OH^-]$
(B)海水 $[H^+]$ 減少，且海水 $[H^+]<[OH^-]$
(C)海水 $[H^+]$ 增加，且海水 $[H^+]<[OH^-]$
(D)海水 $[H^+]$ 減少，且海水 $[H^+]>[OH^-]$

1. $[H^+]$ 、 $[OH^-]$ 與 pH 值關係

解析：海水吸收二氧化碳後，會形成碳酸水溶液，使海水的 $[H^+]$ 增加；但海水仍維持弱鹼性故 $[H^+]<[OH^-]$ ，故答案為 C。

103 45. 已知 H、O、S 的原子量分別為 1、16、32。取 20 公克的金屬 X 氧化物(XO)，在適當條件下與足量的硫酸完全反應，理論上會產生 60 公克的 XSO_4 和 m 公克的 H_2O ，反應式為： $XO + H_2SO_4 \rightarrow XSO_4 + H_2O$ 此反應式的係數已平衡，m 值應為下列何者？ (A)9 (B)18 (C)24 (D)40

1. 化學反應式中係數 = 莫耳數比
2. 莫耳數 = 質量 / 分子量

解析：反應前後 X 金屬的質量不會改變。故設 X 原子量為 a，則 $(a/a+16) \times 20 = (a/a+96) \times 60$ 故 $a=24$ 。算出 XSO_4 莫耳數 = 質量 / 分子量 = $60/120 = 0.5$ 莫耳
 $XO + H_2SO_4 \rightarrow XSO_4 + H_2O$

係數 = 莫耳數比 1 : 1
0.5 : 0.5

故生成水 0.5 莫耳，其質量為 9 公克，故答案為 A。

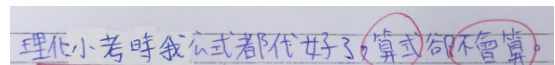
表四：103 年-110 年會考試題中『莫耳』相關概念一覽表。

年度	103	104	105	106	107	108	109	110	總和
莫耳相關概念									
莫耳數=質量/分子量	1	1	2	1	1	1	1	1	9
化學反應式中係數=莫耳數比	1	1		1		1	2	1	7
[H ⁺]、[OH ⁻]與 pH 值關係	1	1					1		3
莫耳濃度 = 溶質莫耳數 / 液體積			1			1			2
粒子數 = 莫耳數 $\times 6 \times 10^{23}$		1			1				2

伍、建議

在國中任教的第一線老師，教授自然科學時最常遇到的挫折就是學生理解自然概念，但若解題過程需運用高階一點的數學運算能力學生就無法完整作答，如圖一所示。張靜馨（1999）提及數學概念抽象，抽象的概念愈講愈抽象，有些學生常常聽不懂，學不來而放棄學習，然而數學的學習卻也連帶著影響自然科學的學習，因自然科學除了概念理解、會應用之後還要計算才能解題，使得數學學習成效不佳的學生對自然科學的學習也興趣缺缺。「莫耳」對國中學生而言是相當抽象難以理解的概念（吳泓林，1990；黃寶鈿、李武勳，2002；Furió, Azcona, Guisasola, & Ratcliffe, 2000），再加上與質量、粒子數間的換算關係常使學生暈頭轉向，而發生圖一中學生所表達的情況。108 課綱強調『減少知識的背誦和高複雜度的計算測驗』，這對於數學弱勢的學生而言是一大福音，且自然科學教學重視學生的實驗、實作與探究的機會，確實落

實必能有助於學生學習興趣與學習動機的提升。故雖然目前三個自然科學教科書版本內容相較於九年一貫課綱少，但站在第一線的教學者立場，還是冀望教科書的編輯能落實課綱的精神，將概念內容與生活聯結之外能盡量精簡，讓學生更有時間徜徉在自然科學實驗、實作與探究的樂趣中。



圖一：學生因數學計算能力影響自然科學學習實例。

參考文獻

- 周珮儀（2005）。我國教科書研究的分析：1979-2004。課程與教學季刊，8（4），91-116。
- 吳俊憲（2020）。素養導向學習評量理念與標準本位評量設計示例。臺灣教育評論月刊，9（9），143-148。
- 吳泓林（1990）。莫耳概念學習階層之教學研究（未出版碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化縣。
- 師大新聞（2019）。心測中心協助推動新課綱 國中會考從閱讀出發建立跨域能力。取自：
<https://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19020>

- 陳以亨、李芸蘋、林思吟(2012)。未來想像與未來教育。創造學刊, 3(1), 5-18。
- 教育部(2008a)。97年度國民中小學九年一貫課程綱要。臺北:教育部。
- 教育部(2008b)。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。臺北:教育部。
- 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北:教育部。
- 教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域。臺北:教育部。
- 黃寶鈿、李武勳(2002)。抽象概念的具體化教學:以莫耳概念為例。科學教育月刊, 253, 48-50。
- 張靜譽(1999)。國中低學習成就班的雙環數學教學。科學教育學刊, 7(3) 199-216。
- 顏國樑、閔詩紘(2018)。透過十二年國民基本教育課綱分析翻轉教學之實踐。臺灣教育評論月刊, 7(8), 41-48。
- Furió, C., Azcona, R., Guisasola, F., & Ratcliffe, M. (2000). Difficulties in teaching the concepts of “amount of substance” and “mole”. *International Journal of Science Education*, 22, 1285-1304.
- Gunderson, S., Jones, R., & Scanland, K. (2005). *The Jobs Revolution: Changing How America Works*. Chicago, IL: Copywriters Incorporated.
- Jorgensen, M. A. & Shymansky, J. A. (1996). *Assessment in science: A tool to transform teaching and learning*. In Rohton, J. & Bowers, P.(1996,eds) Issue in Science Education, NSTA.
- Kolb, D. (1978). The mole. *Journal of Chemical Education*, 55, 729-736.
- Knippels, M. C. P., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112.
- OECD (2016). *Trends Shaping Education 2016*, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/trends_education-2016-en.
- OECD (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. Retrieved from <https://bit.ly/2IhJXYs>
- Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2011). *The understanding by design guide to creating high-quality units*. ASCD.