

## 化學

### 高級程度

本課程以香港中學會考化學科課程為基礎，考生應具備該課程的知識。

本課程是一個修讀期為兩年的高級程度化學科課程。考生修讀後，可為未來進修化學科或有關的學科作好準備。

本課程並非教學大綱，故在教學時不必遵循其中各課題編排的先後次序。本課程的說明部分列出了處理有關內容的範圍和深度。必須指出，說明文字的長短，與學習該部分所需時間的多少無關。

本課程所建議的實驗和活動是多於所需的，其中有些實驗或活動的性質相似並可互相替代。因此，教師應作適當的判斷及選擇，而不須安排全部活動。

### 目標

本課程的目標如下：

1. 促進學習化學的興趣，並發展在瞬息萬變世界中成年人生活所需的科學認知能力。
2. 認識在現實世界中的事實和規律。
3. 理解化學概念及其原理。

4. 發展實驗技能和對安全問題有所警覺。
5. 發展科學探究的技能，包括客觀觀察、分析和解釋資料的能力。
6. 培養研習化學科所需的溝通技巧。
7. 培養解決問題及作理智決定的能力。
8. 明白應對化學科及其在日常生活中應用的正確評價。
9. 了解化學對社會、經濟、環境及科技的影響。

#### 評估目標

本考試的目標在測驗以下能力：

1. 憶述及了解與化學有關的事實、規律、原理、方法、辭彙和規則。
2. 了解在計劃和進行實驗時，儀器和物料的使用。
3. 處理物料、操作儀器、安全地進行實驗和作準確的觀察。
4. 顯示對化學探究所用方法的認知。
5. 分析及解釋自不同來源的數據，並作正確的結論。
6. 處理及轉譯化學數據，並作有關的計算。
7. 應用化學知識，以解釋觀察所得和解答未經接觸的難題。
8. 選擇及組織適用的科學資料，並能作適當的及有條理的傳意。
9. 明白化學在社會、經濟、環境和科技上的應用。
10. 根據驗證跡象和論據來作決定。

評核模式：

下表綜合了評核的不同部分：

試卷	說明	比重	時間
一	甲部：短題目（必答題）	24%	3 小時
	乙部：實驗題（必答題）	8%	
	丙部：論述題（2題選答1題）	8%	
二	甲部：結構題（主要根據課程中的課題1至10） （必答題）	24%	3 小時
	乙部：結構題（主要根據課程中的課題11至13） （必答題）	16%	
三	教師評審制 <sup>1</sup> （學校考生必須參加）	20%	高級程度課程期間
或			
四	實驗考試（只限自修生）		3 小時

<sup>1</sup> 所有學校考生必須參加教師評審制，由校內教師在整個高級程度課程內評估考生的一系列實驗技巧及對化學科的學習態度。評審制的要求、規則、評分準則、指引及評估方法細則，可見於香港考試及評核局派發給各學校的高級程度化學科教師評審制手冊。

自修生可選擇參加實驗考試（卷四）或選用以前在教師評審制的成績以代替實驗考試。

筆試(卷一及卷二)

試卷中題目可能設問考生不熟悉的情境。在此類題目中，考生可能要先閱讀一些以文字、圖表或坐標圖表達的資料，並應用他們所學的知識及技能來解答設問於所提供資料的問題。

在卷一及卷二的試卷中，考生將獲提供一些適用的化學資料，包括常用的常數、特徵紅外吸收波數域、標準還原電勢及元素周期表等。

教師評審制 (卷三)

考生須於中六及中七兩學年內分別完成不少於 15 及 8 個實驗。

所評審的能力範圍包括

能力範圍「A」：

- (a) 儀器使用及進行實驗時所展示的操作技巧是否適當；
- (b) 能否作準確的觀察和量度。

能力範圍「B」：

- (a) 紀錄及發表數據的形式是否適當；
- (b) 能否解釋實驗結果及作出適當的結論；
- (c) 設計實驗的能力。

能力範圍「C」：

對化學實驗所持的態度是否恰當。

實驗考試(卷四)

實驗考試包括：

- (a) 一個定量化學實驗；
- (b) 一個涉及觀察及推論習作的實驗。

考試時，考生獲提供適當的儀器及指示，指出應做些甚麼試驗和必須做的決定性觀察。

在考試涉及的化學反應和試場提供的儀器範圍內，考生應盡量表現出他們是否具有精確地進行實驗的能力。考生亦應能進行化學計算及從觀察現象中作結論。

(註：某些實驗是考生試前未嘗操作的。在這種情況下，試題會提供充分的指引。)

附註

1. 本科採用國際單位(SI units)。
2. 有關化合物的命名，考生應參閱香港考試及評核局於 2002 年出版的《化合物系統命名指引》和英國理科教育學會於 1985 年出版的 "Chemical Nomenclature, Symbols and Terminology for Use in School Science"。同時，應考慮命名是否清楚、明確，不應盲目依循嚴格的法則。
3. 化學名詞的中文譯名以 1999 年香港教育署課程發展議會編訂的《中學化學科常用英漢辭彙》為準。
4. 所有考生，包括學校考生及自修生，在考評局要求時均需呈交實驗報告以備檢查。

## 1. 原子、分子和化學計量學

所有物質均由原子組成，了解原子有助於理解鍵合和結構，並預測物質的性質。在此開首的一章，學生將重溫在中四至中五學習過的概念。引進近代常用於測定化學物種相對原子質量或相對分子質量的質譜儀，有助學生認識傳統技術的局限，進而明瞭物理方法在化學分析中的重要性。

本章的另一重點是摩爾概念和化學計量學。由於原子、分子和離子極為微細，學生應明瞭這些粒子的性質通常以摩爾為單位來相互比較；學生亦應明瞭亞佛加德羅常數乃常用以比較物質的物理和化學性質的一個數字。化學計量學是研習化學物質的定量組成和在化學反應中涉及的定量變化，進行化學計量學的計算，可幫助學生鞏固在定量化學中所學到的概念。

學生應認識有關氣體壓強、體積和溫度關係的理想氣體方程；但不須論及氣體分子運動學說和真實氣體的非理想習性。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
1.1 原子結構	質子、中子和電子作為原子的組分。 質子、中子和電子的相對質量和相對電荷。 原子核。原子和原子核的相對大小。	
1.2 相對同位素質量、相對原子質量和相對分子質量	簡要說明利用質譜儀來測定相對同位素質量、相對原子質量和相對分子質量。 (與課題12.8連繫)	檢視某些元素的質譜。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
1.3 摩爾概念	摩爾和亞佛加德羅常數。 氣體的摩爾體積。 理想氣體方程 $pV=nRT$ 和其在測定摩爾質量方面的應用。 氣體的分壓及其與摩爾分數的關係。	測定揮發性液體的摩爾質量。
1.4 實驗式與分子式	利用燃燒物質所得的數據或質量組成導出實驗式。 從實驗式和相對分子質量導出分子式。	
1.5 化學方程式和化學計量學	反應中反應物和生成物的計量關係。 與下列各項有關的計算： (i) 反應質量 (ii) 氣體體積 (iii) 溶液的濃度和體積	進行涉及酸鹼反應、氧化還原反應或其他反應的滴定實驗，以闡釋有關計量學的概念。

## 2. 原子的電子結構與周期表

我們對原子結構的認識主要建基於間接的證據：例如氫原子的波爾模型建基於原子發射光譜。閱讀不同原子模型誕生的故事，如同跟隨科學家的足跡；這樣可使學生了解到學習科學時，具備創意思維和邏輯推理的重要性。此外學生應明白原子模型是目前表達原子結構最理想的方式；他們應明白所有科學學說各有局限性並在不斷演進。很多原子模型都建基於量子力學，學生不須學習有關的數學運算。

元素的原子性質與其電子組態及其在周期表內的位置有關。學生應明瞭元素原子性質在周期中及族中所呈的變化。學生亦應能按元素在周期表中的位置推測其性質。學生須不時參照課題2.5及課題7.1，以建立有關原子性質和周期表的正確概念。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
2.1 原子發射光譜	氫原子發射光譜的特徵。 利用 $E=h\nu$ 關係解釋上述光譜，從而 導出個別能階的概念。 會聚極限和電離。 原子發射光譜的獨特性。	利用光譜儀觀察發射光譜或 研習元素的發射光譜。 就各式原子模型的發展，撰 寫文章或閱覽篇章以領會科 學的進展。 利用焰色試驗偵測樣本中所 含元素。
2.2 電子結構：電子層及電子亞層	由下列圖形引證電子層和電子亞層的存在： (i) 個別元素的相繼電離焓圖形 (ii) 第一電離焓對原子序(至Z=20)的圖形	

	<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
2.3	原子軌態	<p>電子的波性。</p> <p>原子軌態可視為電子出現概率甚高的區域。</p> <p>s、p 和 d 軌態的圖示。</p> <p>當主量子數分別為 1、2 及 3 時，s、p 和 d 軌態的數目及相對能量，以及 4s 和 4p 軌態的數目及相對能量。</p>	
2.4	電子組態	<p>建立原子的電子組態的三個基礎原則：</p> <p>(i) 電子按軌態的能量由低至高填入 (構築原理，<b>aufbau principle</b>)</p> <p>(ii) 若軌態的能量相同，則須在各軌態先填入一個電子，然後才可把電子配對 (洪特規則，<b>Hund's rule</b>)</p> <p>(iii) 處於同一軌態中的各電子必須有不同的自旋方向 (泡利不相容原理，<b>Pauli exclusion principle</b>)</p> <p>由 H 至 Kr 各孤立原子的電子組態。</p> <p>用以下方式表示電子組態：</p> <p>(i) 使用 1s、2s、2p、... 等的示式</p> <p>(ii) 「格中電子」示意圖</p>	

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
2.5 周期表和元素的原子性質	顯示 s 棟、p 棟、d 棟及 f 棟的周期表。 周期表內元素的電離焓和原子半徑變化趨勢的解說。 (與課題7.1連繫)	搜集及演示不同版本的周期表或閱讀有關周期表發展的文章。

### 3. 能學

化學反應進行時同時亦發生能量變化。化學體系以不同形式吸入或放出能量。本章開始時介紹化學能學的基本概念及常見的焓變詞彙；利用簡單的量熱法進行實驗，有助學生明瞭能學的概念。不須學習彈式量熱器等儀器的使用。

雖然能學可提供有關化合物穩定性的重要資料及解釋中學課程中遇到的大部份反應，學生仍應了解熵對反應自發性的影響。事實上，反應的驅動力取決於焓變和熵變之間的平衡。不須進行涉及熵和自由能的計算。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
3.1 化學反應中的能變	能量守恆。 吸熱反應和放熱反應，及其與鍵的斷裂和形成的關係。	搜集及演示有關化學能在日常生活上應用的資料。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
3.2 標準焓變	焓變( $\Delta H$ )視為恆壓下的熱變。 各種標準焓變，包括： (i) 中和焓變 (ii) 溶解焓變 (iii) 生成焓變 (iv) 燃燒焓變 使用簡單的量熱法測定反應焓變。	測定中和焓變、溶解焓變或燃燒焓變。
3.3 赫斯定律	利用赫斯定律 (Hess's law) 求出不能直接以實驗測定的焓變。 焓階圖。 涉及反應焓變的計算。	測定金屬氧化物、金屬碳酸鹽的生成焓變，或金屬鹽類的水合焓變。
3.4 變化的自發性	熵變( $\Delta S$ )視為體系中亂度的變化。 自由能變( $\Delta G$ )視為變化的驅動力。 明瞭以下關係： $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 。	顯示吸熱變化的自發性。 以下述例子，理解變化的自發性： (a) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 的溶解 (b) $\text{PbCl}_2(\text{s})$ 的溶解

#### 4. 鍵和結構

本章建基於中四至中五化學課程的第二章。學生應明瞭物質世界中存有大量不同類別的物質與鍵合和結構有關，他們將學會繪出簡單化學物種的路易斯結構，以及利用粒子間的相互作用來解釋簡單化合物的性質。

透過學習本章，學生應明白八隅體規則有其局限性，利用靜電相互作用來解釋化學鍵的形成較為適合。化合物生成的能學為其相對穩定性提供若干定量資料。學生亦須學習中間類型的化學鍵，此舉有助擴闊他們對非純離子或非純共價化學鍵的理解。透過研習水和二氧化碳的壓強對溫度圖形，可幫助學生了解相變與分子間引力和分子動能的關係，但不須論及相律。

學生或已認識固態晶體中粒子的規則排列，製作模型及利用適當化學軟件學習有助他們想像粒子在固體中的排列方式。

本章以物質的結構和性質的關係作總結。由於物質的性質與所含粒子的本質及其結構有關，認識物質的結構有助決定其應用。有時科學家會設計一些具有特殊性質的物料，學生應多閱讀有關近代化學的發展如何透過合成新物料來改變世界。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
4.1 原子間結合力的本質	電子與原子核間的靜電相互作用，導致不同類型的鍵的形成。	
4.2 金屬鍵	以陽離子晶格和游動價電子模型說明金屬鍵。 引用金屬半徑數據和原子的價電子數目解釋金屬鍵的強度。	

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
金屬晶體	緊密裝填結構和開放結構：六方緊密裝填、立方緊密裝填和體心立方體結構。八面體洞及四面體洞。晶胞和配位數。	展示或製作金屬晶體的模型。
合金	比較合金與其組成金屬的性質。	搜集及演示有關合金的性質和用途的資料。
4.3 離子鍵	離子的形成 — 第 I、II、VI 和 VII 族元素的原子傾向達致貴氣體的電子組態。	
形成離子化合物的能學	利用原子化焓變、電離焓、電子親合勢及晶格焓來表示形成離子化合物的波恩-哈柏循環 (Born-Haber cycle)。	比較 $\text{MgCl(s)}$ 、 $\text{MgCl}_2(\text{s})$ 和 $\text{MgCl}_3(\text{s})$ 的標準生成焓變從而導出氯化鎂的化學式。
離子晶體	以氯化鈉、氯化鉀和氟化鈣為例，展示離子化合物的展延立體結構。晶胞和配位數。	製作 $\text{NaCl(s)}$ 、 $\text{CsCl(s)}$ 和 $\text{CaF}_2(\text{s})$ 的晶體模型。使用電腦程式展示晶體結構的三維影像。
離子半徑	比較離子和其母原子的大小。比較等電子數粒子的大小。	

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
4.4 共價鍵	原子軌態重疊形成共價鍵。 配位共價鍵。 重鍵。	
鍵焓、鍵長和共價半徑	利用能學數據來估算鍵焓。 利用鍵焓比較共價鍵的強度。 以鹵化氫為例，說明共價鍵的鍵焓與鍵長間的關係。 由簡單分子的鍵長推定共價半徑。	
分子與多原子離子的形狀	共價鍵的方向性。 利用價電子對相斥學說來解釋和預測簡單分子及多原子離子的形狀(以 $\text{BF}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{PCl}_5$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{NH}_4^+$ 和 $\text{NH}_2^-$ 為例)。 鍵角。	展示或製作簡單分子的模型。
共價晶體	以金剛石、石墨和石英為例。	展示或製作金剛石、石墨和石英的模型。

	<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
4.5	介乎離子鍵和共價鍵之間的鍵合		
	離子化合物中的不完全電子轉移	以鹵化銀和硫化鋅為例，比較化合物晶格焓的實驗值和基於完全離子化模型計算出來的理論值，以導出離子極化的概念。	
	共價鍵的極性	電子雲的偏移導致極性共價鍵的形成。偶極矩作為簡單分子中共價鍵極化的例證。 利用鍵合原子電負性的差異解釋鍵合電子對不平均共用的原因。 電負性（鮑林標度，Pauling's scale）作為一任意標度，用以量度原子在分子中吸引電子的傾向。	探討不均勻靜電場對流動液柱的影響。
4.6	分子間的引力		
	范德華力	利用永久偶極、瞬時偶極和誘發偶極簡述范德華力的來源。 比較非金屬的共價半徑和范德華半徑以顯示共價鍵和范德華力的相對強度。	

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
分子晶體	以碘、二氧化碳和布克碳（buckminsterfullerene, C <sub>60</sub> ）為例。  二氧化碳的壓強對溫度圖形。	展示碘、二氧化碳和布克碳的模型。 搜集及演示有關富勒烯（fullerenes）的發現和應用的資料。
氫鍵	研習第 IV、V、VI 和 VII 族元素的氫化物，及如醇和羧酸等化合物的沸點和氯化焓變，以帶出氫鍵的概念。 氫鍵的本質。 范德華力和氫鍵的相對強度。 冰、蛋白質和脫氧核糖核酸(DNA)中的氫鍵。 水的壓強對溫度圖形。	測定乙醇分子間氫鍵的強度。 探討氫鍵對液體流動的影響。
4.7 物料的結構和性質	利用物料的結構和鍵合來解釋其物理性質。	探討布克碳的性質。 就如半導體、納米碳管和液晶等現代物料的發展對日常生活帶來的影響，閱覽篇章或撰寫文章。

## 5. 化學動力學

從經驗得知：有些反應需時甚久，但有些卻極為快速。化學動力學是學習反應速率、影響反應速率的各項因素和反應機理。

在本章中，學生將學習各種常用監測反應進程的方法，以及如何由實驗數據導出速率方程。使用如數據記錄器等較精密的儀器，可使學生更有效地進行實驗及獲取更佳結果。

學生應明白速率方程是由實驗結果導出，而反應機理則是反應的建議途徑。簡單碰撞理論是利用分子間碰撞來解釋單階段氣態反應，過渡態學說則描述反應物如何結合形成過渡態，然後產生生成物。利用電腦模擬工具可使學生更能明瞭反應如何進行，但不須論及此兩學說的數學運算。

在研究和化學工業方面催化作用扮演重要角色。學生應認識均相催化作用和非均相催化作用，以及繪出催化反應的能線圖；他們亦應了解生物體內進行的反應均由酶催化，而且每一種酶只適用於某一特定反應。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
5.1 化學反應的速率	化學反應速率的意義。 使用化學方法和物理方法以監測反應的進程，即利用下列方法來監測反應物或生成物分量的變化：滴定法、測定生成氣體的體積、或用比色法量度在不同時間光的強度。	
5.2 影響反應速率的因素	濃度、溫度、壓強、表面積及催化劑等因素對反應速率的影響。	透過設計和進行實驗探討影響反應速率的因素。
5.3 速率方程和反應級數	從實驗結果測定簡單的速率方程。 零級反應、一級反應和二級反應。 速率常數。 一級反應的半衰期。	測定某一反應的級數。
5.4 亞列紐斯方程	以活化能解釋溫度變化對反應速率的影響。 應用亞列紐斯方程 (Arrhenius equation) $\ln k = \text{常數} - \frac{E_a}{RT}$	測定某一反應的活化能。

	<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
5.5	在分子層面上解釋反應速率	基元反應與多階段反應。決速步。 簡單碰撞理論應用於氣態體系及其局限性。 氣體中分子速率的分佈。顯示麥克斯韋-波爾茲曼分佈 (Maxwell-Boltzmann distribution) 曲線及其隨溫度變化的圖形。 過渡態與能線圖。	運用如電子試算表等電腦程式模擬不同溫度的麥克斯韋-波爾茲曼分佈圖。
5.6	催化作用	催化劑可提供另一反應途徑，從而改變反應的速率。 (與課題 10.2c 連繫)  均相催化和非均相催化。	探討下列催化劑的作用： (a) 酸對於丙酮的碘化 (b) 氧化錳(IV)對於過氧化氫的分解 (c) $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 對於 $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ 與 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 在酸性介質中的反應
		催化作用的應用：哈柏法中的鐵、汽車排氣系統中的催化轉化器和製作酒精類飲品所用的酵素。	搜集及演示有關催化作用的重要性的資料。

## 6. 化學平衡

平衡狀態概念是化學的基礎。學生應理解化學平衡的動態本質，尤其是集約式性質恆常現象，以及當平衡體系遇到變化時，平衡位置的移動。因此在工業製備中控制壓強、濃度和溫度等變數，以尋找最佳反應條件至為重要。

平衡定律描述平衡體系中反應物和生成物濃度的定量關係。學生應認識平衡常數  $K_c$  和  $K_p$ 。他們應學習應用平衡定律於以下體系：溶質在兩種不混溶液體間的分配、酸和鹼，以及微溶電解質的飽和溶液。

酸鹼反應涉及質子由酸轉移至鹼，而氧化還原反應則涉及電子由還原劑轉移至氧化劑。學生應明瞭藉比較半電池的還原電勢，可推測氧化還原反應的方向。

化學平衡概念在日常生活廣泛應用。學生進行資料搜集及廣泛閱讀有關篇章，更能明瞭各類平衡的有關概念和關係。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
6.1 動態平衡	動態平衡的特徵。	探討一些平衡體系： (a) pH對Br <sub>2</sub> 水溶液的影響 (b) pH對 K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (aq)/K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> (aq) 體系的影響

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
平衡定律	以濃度和分壓表示的平衡常數 $K_c$ 和 $K_p$ 。有關 $K_c$ 和 $K_p$ 的計算。	測定下列反應的 $K_c$ 值： $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\ell) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell)$ $\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ 或 $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{NCS}^-(\text{aq})$ $\rightleftharpoons \text{FeNCS}^{2+}(\text{aq})$
分配系數	不揮發性溶質分配於兩種不混溶液體間的分配系數。 應用：溶劑提取法和色層分析法。	測定乙酸在水和2-甲基丙-1-醇間的分配系數。
濃度、壓強和溫度變化對平衡的影響	濃度和壓強的變化導致體系作出調節讓平衡常數 ( $K$ ) 維持不變。 有關平衡成分的計算，其中涉及濃度或壓強的變化。  溫度的變化導致體系依據新的平衡常數作出調節。 利用方程式 $\ln K = \text{常數} - \frac{\Delta H}{RT}$ 說明在反應中溫度與 $K$ 值的關係。	計算反應商數以預測平衡位置的移動。 探討溫度和壓強的變化對以下反應的影響： $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
6.2 離子平衡	以哈柏法爲例，闡釋工業生產過程中需同時考慮化學平衡與反應速率。 (與第5章連繫)	
酸鹼概念	布侖斯特-路里(Brønsted-Lowry)學說。 (與課題11.5連繫)	
水的離解及pH	水的離子積( $K_w$ )。 pH及其量度方法。	
強酸、弱酸和強鹼、弱鹼	弱酸的離解常數( $K_a$ )和弱鹼的離解常數( $K_b$ )。利用 $K_a$ 和 $K_b$ (或 $pK_a$ 和 $pK_b$ ) 的數值比較弱酸或弱鹼的強度。涉及 pH、 $K_a$ 和 $K_b$ 的計算。 (如所涉及的離解作用多於一步驟，則計算只限於其中的一步驟。)	量度 pH 以測定弱酸的 $K_a$ 值或弱鹼的 $K_b$ 值。
緩衝溶液	緩衝作用的原理。涉及緩衝溶液成分和 pH 值的計算。	比較酸或鹼對緩衝溶液及非緩衝溶液 pH 值的影響。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
酸鹼滴定和指示劑的選擇	pH 滴定曲線。 酸鹼指示劑學說的簡述 參照顏色變化的 pH 範圍選擇指示劑。	測定一些酸鹼指示劑的 pH 範圍。 使用雙指示劑法進行酸鹼滴定實驗。
溶度積	微溶電解質的溶度積( $K_{sp}$ )。 從溶解度計算 $K_{sp}$ 及從 $K_{sp}$ 計算溶解度。 同離子效應。	測定微溶電解質的溶度積。
6.3 氧化還原平衡		
電化電池	量度由金屬-金屬離子體系組成的電化電池的電動勢(e.m.f.)。 引用電動勢值來比較半電池釋出電子或接受電子的趨勢。 其他體系：涉及非金屬離子 (例如： $I_2(aq), 2I^-(aq)   Pt$ )、不同氧化態的離子 (例如： $Fe^{3+}(aq), Fe^{2+}(aq)   Pt$ ) 和金屬-金屬鹽 (例如： $PbSO_4(s), [Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)]   Pt$ )等。	探討一些電化電池的電動勢。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
電極電勢	<p>標準氫電極作為參比電極。標準還原電勢的採用。</p> <p>電化序。</p> <p>利用標準電極電勢 (<math>E^\ominus</math>) 來比較氧化劑或還原劑的強度，和計算電池的電動勢值。</p> <p>從電極電勢值預測氧化還原反應的可行性，以及基於動力學因素的影響而導致這種預測具局限性。</p> <p>利用能斯脫方程 (Nernst equation)</p> $E = E^\ominus + \frac{0.059}{n} \log \frac{[ox]}{[red]}$ <p>顯示在 298 K 電極電勢隨離子濃度變化的實驗關係。</p>	<p>驗證有關氧化還原反應可行性所作的預測。</p> <p>探討離子濃度變化對電池電動勢的影響。</p>
二級電池	<p>以鉛酸蓄電池為例闡釋二級電池的電化學過程。</p> <p>二級電池在日常生活中的應用。</p>	<p>搜集及演示有關在日常生活中應用的二級電池，例如：用作汽車電池的鉛酸蓄電池和電子產品中的鋰電池。</p>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
燃料電池	以氫氧燃料電池為例說明燃料電池的原理。	展示燃料電池的模型。 搜集及演示有關燃料電池應用的資料。

### 7. 在周期表內元素的周期性質

透過本章的學習，學生可認識周期表在化學中的重要性。學生須學習以下知識及概念：一些元素的物理性質的周期趨向，以及一些氧化物性質的周期關係。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
7.1 由H至Ar各元素物理性質的周期變化	第一電離焓、原子半徑、電負性與熔點的變化。利用結構和鍵合概念解釋這些變化。 (與第2.5節連繫)	
7.2 由Li至Cl各元素的氧化物的周期關係	這些元素的氧化物的鍵合和計量成分，及這些氧化物分別與水、稀酸和稀鹼的反應習性。	探討第三周期元素的氧化物的性質。

**8. s 棟元素**

學生應發展有關s棟元素及其化合物性質趨向的知識和概念。本章着重於s棟元素及其化合物性質的相似性。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
8.1 s 棟元素的特性	金屬性和低電負性。 生成鹼性氧化物與氫氧化物。 在化合物中成鍵以離子鍵為主，並有固定的氧化態。 鹽類具特徵焰色。 生成絡合物的傾向微弱。	閱讀有關應用於s棟化合物作煙花的文章。
8.2 s 棟元素及其化合物性質的變化	原子半徑、電離焓、水合焓和熔點的變化。利用結構和鍵合概念解釋這些變化。 元素分別與氧和水的反應。 氧化物分別與水、稀酸和稀鹼的反應。 碳酸鹽和氫氧化物的相對熱穩定性。 硫(VI)酸鹽和氫氧化物的相對溶解度。	探討碳酸鹽的受熱作用。 探討第II族元素的硫(VI)酸鹽和氫氧化物的溶解度。

## 9. p 棟元素

透過本章的學習，學生可發展有關鹵素及其化合物性質趨向的知識和概念。本章另一重點在於學習由碳至鉛一族元素。學習鹵素著重於周期表中同族元素的相似性，而學習第IV族元素則揭示其相異之處。本章亦包括研習硅及硅酸鹽，此舉可使學生對在地球上含量居次位的元素有所認識。此外，學習硅酸鹽的目的是啟發一重要概念：物質在次微觀層面上的結構出現差異，會影響其宏觀性質。

課題	說明	相關活動
9.1 鹵素		
鹵素的特性	高電負性與高電子親合勢。在氧化態為-1時的離子鍵合和共價鍵合。	從海草中提取碘。
鹵素及其化合物性質的變化	<p>鹵素的熔點、沸點、電負性與電子親合勢的變化。利用結構和鍵合概念解釋這些變化。</p> <p>鹵素的相對氧化能力：比較各鹵素(<math>\text{Cl}_2</math>、<math>\text{Br}_2</math> 和 <math>\text{I}_2</math>)分別與鈉、鐵(II)離子和硫代硫酸鹽的反應。</p> <p>鹵素在鹼中的歧化作用。</p> <p>比較不同鹵離子分別與鹵素、銀(I)離子、硫(VI)酸和磷(V)酸的反應。</p> <p>鹵化氫的酸性和氟化氫的異常特性。</p>	<p>探討下列各反應：</p> <p>(a) 鹵素與鹼的反應</p> <p>(b) 在溶液中鹵離子分別與鹵素和銀(I)離子的反應</p> <p>(c) 固體鹵化物分別與硫(VI)酸和磷(V)酸的反應</p>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
9.2 第IV族元素	利用結構和鍵合概念解釋元素熔點和沸點的變化。 以氧化物及氯化物的組成來說明元素性質相異之處。	
硅及硅酸鹽	硅的用途。 硅酸鹽的鍵合和結構。 以鏈狀、片狀及網狀硅酸鹽為例，解釋結構對硅酸鹽性質的影響。	搜集及展示有關硅及化合物如長石、雲母和石英等在日常生活中的重要性。
<b>10. d 棟元素</b>	透過本章的學習，學生可發展有關某些d棟元素及其化合物性質的知識和概念。本章的重點在於d棟元素及其化合物的一些性質：如可變氧化態、絡合物和有色離子的生成，以及催化性質。為擴闊對絡合物生成的了解，學生應學習過渡金屬與單齒配位體、雙齒配位體及多齒配位體所形成的絡合物，但 <u>不須</u> 進行涉及穩定常數的計算。	

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
10.1 由 Sc 至 Zn 等 d 棟元素的通性	電子組態。(與第 2.4 節連繫) d 棟元素作為金屬。 比較 d 棟金屬和 s 棟金屬的電離焓、熔點、硬度，以及它們與水的反應。	
10.2 d 棟元素及其化合物的特性：	引用電子結構、相繼電離焓、原子半徑及離子半徑來解釋以下特性：可變氧化態、絡合物的生成及有色離子的生成。	
(a) 可變氧化態	以釩和錳為例。 各元素在不同氧化態間的互轉。	探討釩或錳的化合物的氧化還原反應。
(b) 絡合物的生成	過渡金屬與單齒配位體( $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{Cl}^-$ 和 $\text{CN}^-$ )、雙齒配位體( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ )及多齒配位體(EDTA)生成的絡合物。 過渡金屬與單齒配位體所生成的絡合物的命名。 配位體的置換反應和絡合離子的相對穩定性。	搜集有關在食物工業與螯合治療方面使用 EDTA 的資料並且解釋其應用。 利用 EDTA 滴定實驗探討水的硬度。 探討一些銅(II)絡合物的相對穩定性。

課題	說明	相關活動
(c) 催化性質	以下列的應用為例：用於哈柏法中的 Fe、用於過氧二硫(VI)酸根離子與碘離子的反應中的 Fe <sup>2+</sup> 或 Fe <sup>3+</sup> 、及用於過氧化氫的分解反應中的 MnO <sub>2</sub> 。 (與第 5.6 節連繫)	探討在過氧二硫(VI)酸根離子與碘離子反應中 d 棟離子的催化作用。

## 11. 有機化學的基礎

由碳的獨特性和碳化合物的普遍性，可理解有機化學是化學的一個重要分門。學生研習本章後應對有機化學有初步認識，加上從前習得的基本概念和知識，應能對常見的有機化合物建立鍵合與結構相關的概念，但學生不須研習分子的構象。再者，學生應能運用有機化合物的系統名稱和通用名稱，與在學習上和日常生活上所得的化學知識和理解作溝通。最後，學生應發展一些基本概念，來理解在第12章內所列各類的有機化學反應。

課題	說明	相關活動
11.1 鍵與結構	碳原子軌態雜化：sp、sp <sup>2</sup> 和 sp <sup>3</sup> 烴的結構和形狀： (i) 飽和烴：以甲烷和乙烷為例說明（形成σ鍵） (ii) 不飽和烴：以乙烯和乙炔為例說明（形成π鍵） (iii) 芳烴：以苯為例說明（離域π電子）	展示或製作烴分子如簡單烷烴、簡單烯烴和苯的模型。 比較苯和環己烯的加氫烴變及燃燒烴變。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
11.2 官能基和同系列	<p>研習以下官能基：</p> <p><math>&gt;C=C&lt;</math>、<math>-C\equiv C-</math>、<math>-X</math>、<math>-OH</math>、<math>-O-</math>、<math>-CHO</math>、<math>&gt;C=O</math>、<math>-CO_2H</math>、<math>-NH_2</math>、<math>-NHR</math>、<math>-NR_2</math>、<math>-CN</math>、<math>-CO_2R</math>、<math>-COX</math>、<math>-CONH_2</math> 和 <math>(-CO)_2O</math>。</p> <p>官能基與碳鏈長度對有機化合物的物理性質的影響。</p>	<p>展示或製作具不同官能基化合物的模型。</p> <p>比較以下化合物的物理性質：丙烷、丁烷、戊烷、甲氧基甲烷、甲氧基乙烷、乙氧基乙烷、乙醇、丙-1-醇和丁-1-醇。</p>
11.3 系統命名法	<p>使用系統方法為在碳鏈中不多於八個碳原子的化合物命名。</p>	<p>搜尋常見有機化合物的通用名稱。</p>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
11.4 同分異構		
結構異構	擁有相同官能基的同分異構體。 擁有不同官能基的同分異構體。	
立體異構	幾何異構。 因 $C=C$ 鍵的剛性而導致無環有機化合物中出現順-反異構體。  以含有一個手性碳原子的化合物說明對映異構。	展示或製作順-丁-2-烯和反-丁-2-烯模型。 比較順-丁烯二酸和反-丁烯二酸的性質。  利用交疊的起偏振片或旋光計說明旋光性。 研習含手性碳化合物的立體模型。 搜尋和演示有關手性藥物的資料。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
11.5 有機酸和有機鹼	以羧酸、胺和醇為例，說明有機化合物的結構特徵及其酸鹼性質的關係。(與第6.2節連繫)	比較以下化合物的 $pK_a$ 或 $pK_b$ 值： 乙酸、氯乙酸、乙胺、苯胺和乙醇。
11.6 反應機理	透過均裂和異裂生成活潑的物種(自由基、親核體和親電體)。 書寫反應機理的規則。	

## 12. 有機化合物的化學

在本章內，學生先研習數類有機化學反應的概括機理，再以一些適當例子加以說明。這樣學生應能有系統和邏輯地理解多種有機反應。學生可領悟到為數不少的有機反應可以利用分子的鍵合結構特徵加以闡釋。本章亦包括一些常用來推定有機化合物結構的方法，其中涉及使用它們的物理和化學性質，以及光譜資料，但不須研習質譜中碎塊生成模式的細節。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
12.1 烷烴與自由基取代	<p>原油作為烷烴的來源。 原油的分餾和裂解過程的化學原理及經濟價值。 烷烴的燃燒。</p> <p>以不多於四個碳原子的烷烴進行單氯化作用為例，說明自由基取代的概括機理。 一級、二級和三級烷基自由基的穩定性。 烷烴的氯化 and 溴化反應。</p>	<p>討論全球增溫和使用化石燃料的關係。</p> <p>探討飽和烴分別與氯和溴的反應。</p>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
12.2 烯烴與親電加成	<p>催化加氫作用。(與第12.7節連繫) 利用加氫焓變來比較烯烴的穩定性。 (與第3.2節連繫) 以烯烴和鹵化氫反應為例，說明親電加成的概括機理。 鹵化氫加成的位向選擇性：馬科尼科夫規則 (Markovnikov's rule)。 一級、二級和三級碳陽離子的穩定性。 烯烴與氯和溴的加成。 經酸催化的水合作用。</p>	<p>理解製造人造牛油中植物油硬化的過程。</p> <p>測試不飽和烴。</p>
12.3 苯與親電取代	<p>以苯的離域<math>\pi</math>電子為例說明芳香性。</p> <p>多環芳香烴(PAH)的基本結構。</p> <p>以苯的單氯化反應為例，說明親電取代的概括機理。</p> <p>苯的硝化作用、磺化作用、鹵化作用和烷基化作用。</p>	<p>閱讀有關多環芳香烴對健康危害的文章。</p> <p>探討環己烷、環己烯和甲苯的化學性質。</p>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
12.4 鹵代化合物與親核取代	<p>一級、二級和三級鹵烷；鹵苯。 以與氫氧化物的反應為例，說明親核取代(S<sub>N</sub>1和S<sub>N</sub>2)的概括機理。(與第5.3節連繫) 與S<sub>N</sub>1和S<sub>N</sub>2 反應有關的立體化學。</p> <p>與氫氧離子、烷氧離子、氰離子及氨的反應。 比較鹵烷和鹵苯的水解速率。</p> <p>鹵烷的脫鹵化氫作用。(與第12.2節連繫)</p>	<p>討論使用鹵代化合物帶來的好處和害處。 探討2-氯-2-甲基丙烷水解反應的動力學。 使用電腦動畫研習與S<sub>N</sub>1和S<sub>N</sub>2反應有關的立體化學。</p> <p>比較下列物質的水解速率： (a) 氯烷、溴烷和碘烷 (b) 一級、二級和三級鹵烷 (c) 鹵烷和鹵苯</p>
12.5 羰基化合物與親核加成	<p>醛和酮的結構。</p> <p>以與氰化氫的反應為例，說明親核加成的概括機理。</p> <p>與脞類化合物的加成消去(縮合作用)反應。</p>	<p>搜尋醛和酮用途的資料。 從香料提取香精油。</p> <p>利用衍生物的製備以鑑定羰基化合物。</p>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
12.6 羧酸衍生物與親核酰基取代	<p>羧酸、酸酐、酰氯、酯和酰胺的結構。</p> <p>以酰氯的水解為例，說明親核酰基取代的概括機理。</p> <p>羧酸與亞硫酰氯、醇、氨和胺的反應。 酰氯與水、醇、氨和胺的反應。 酸酐的水解。 酯的水解。 酯與氨和胺的反應。</p> <p>酰胺的水解。 酰胺的脫水及脲的水解。</p>	<p>探討羧酸的反應。</p> <p>分析市售阿士匹靈藥片。 搜尋和演示下列與油及脂肪有關的資料：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(a) 油及脂肪的鍵和結構</li><li>(b) 飽和與不飽和的油及脂肪</li><li>(c) 與油及脂肪相關的健康問題</li></ul>

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
12.7 氧化還原反應	<p>使用酸化<math>\text{KMnO}_4</math>氧化烷基苯。</p> <p>使用如加鹼的<math>\text{KMnO}_4</math>、<math>\text{O}_3</math>和<math>\text{H}_2/\text{Pd}</math>等試劑讓烯烴進行的氧化還原反應。(與第 12.2 節連繫)</p> <p>油及脂肪的自氧化作用。 叔丁對甲氧酚(BHA)和丁化羥基甲 苯(BHT)作為抗氧化劑的原理。</p> <p>涉及醇、羰基化合物和羧酸的氧化還原反應，所用試劑包括酸化<math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math>、酸化<math>\text{KMnO}_4</math>、<math>\text{NaBH}_4</math>和<math>\text{LiAlH}_4</math>。</p>	閱讀有關如 $\text{H}_2\text{O}_2$ 和氧等環保氧化劑發展的文章。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
12.8 有機化合物的結構測定	<p>利用分析數據計算實驗式和分子式。(與第 1.4 節連繫)</p> <p>從有機化合物的物理性質和化學性質推定其結構。</p> <p>使用現代化學儀器方法推定有機化合物結構。</p> <p>(i) 使用紅外(IR)光譜以鑑定下列基團：</p> <p>C—H、O—H、N—H、C=C、C=O、C≡C 和 C≡N。</p> <p>(ii) 使用質譜(MS)提供的分子離子質量和常見碎塊如 R<sup>+</sup>、RCO<sup>+</sup> 和 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub><sup>+</sup> 等的質量，以獲取有關結構的資料。</p> <p>(與第 1.2 節連繫)</p>	<p>進行化學試驗檢定官能基。</p> <p>檢視有機化合物的紅外光譜和質譜。</p> <p>使用有機化合物的資料，如物理性質和化學性質、紅外光譜和質譜，鑑定不明有機化合物。</p>

**13. 化學的應用**

化學家對社會的貢獻之一是製備種類繁多的有用物料如塑膠等。化學家亦為全人類福祉發展新藥物的過程中，扮演不可或缺的角色。學生會遇上常見藥物結構，但毋須強記。總的來說，研習聚合物的科學和常用藥物中的有效成分，可讓學生進一步理解科學、科技、社會和環境的關係。最後，透過研習與綠色化學有關的概念和實踐案例，學生應對化學家在可持續發展中扮演的角色有基本的認識。

<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
13.1 聚合物		
天然聚合物	以蛋白質、多糖類和脫氧核糖核酸(DNA)等為例來說明。 氨基酸作為多肽的構建單元。	
合成聚合物	加成聚合。 以聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、聚四氟乙烯(PTFE)和聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)等為例，說明加成聚合物的生成和用途。	觀看製造塑膠的錄像。

	<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
		<p>縮合聚合。 以尼龍、凱夫拉爾 (Kevlar)、滌綸 (Dacron) 和脲甲醛為例，說明聚酰胺與聚酯的生成和功用。</p> <p>以下列事例說明結構對性質（如密度、硬度、剛性、彈性、生物可降解性）的影響：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 高密度聚乙烯和低密度聚乙烯</li> <li>(ii) 尼龍和凱夫拉爾</li> <li>(iii) 聚合物的硫化作用</li> <li>(iv) 生物可降解塑膠</li> </ul>	<p>討論聚合物的發展為我們的社會帶來的影響。</p> <p>搜尋和演示可用作黏合劑、半導體和藥物載體的聚合物的結構和性質有關的資料。</p>
13.2 藥物		<p>以阿士匹靈和順鉑 (<i>cis-platin</i>) 為例，說明藥物發展的主要階段：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 導引化合物的發現</li> <li>(ii) 分子結構的修訂</li> <li>(iii) 配方的發展</li> <li>(iv) 安全測試和臨床試驗</li> <li>(v) 獲准公開發售</li> </ul>	<p>研習常用藥物的結構和用途：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 市售藥物如阿士匹靈、醋氨酚和丙種維生素</li> <li>(b) 處方藥物如 albuterol、amlodipine、loratadine、amoxicillin 和 omeprazole</li> </ul> <p>搜尋和演示阿士匹靈或順鉑發展過程的資料。 從阿士匹靈藥片提取乙酰水楊酸。</p>

	<u>課題</u>	<u>說明</u>	<u>相關活動</u>
		麻醉藥物 (以嗎啡及海洛因為例) 和它們的不良效應。 興奮劑 (以氫胺酮和苯基乙胺為例) 和它們的不良效應。	討論常見的麻醉藥和興奮劑 (例如嗎啡、可待因、海洛因、大麻、麥角酰二乙胺 (LSD)、狂喜 (Ecstasy) 和氫胺酮 (Ketamine)) 等, 所產生的生理和心理影響。 討論使用藥物的利弊。
13.3 綠色化學		為促進可持續發展的綠色化學原則。  以下列事例說明綠色化學的實踐： (i) 使用超臨界二氧化碳移除咖啡因 (ii) 使用添加了錳基催化劑的 $H_2O_2$ 作為漂白劑。	討論在日常生活應用中運用綠色化學的原則的可行性。  搜尋和演示應用綠色化學的實踐的資料。