

說明：1~25 題，共 25 題。每題選出一個最適當的選項，劃記在答案卡。每題答對得 4 分，答錯不倒扣。

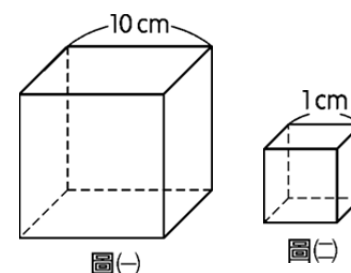
第一部分：單一選擇題( 100% )

1. 已知反應： $\text{FeS}_{2(s)} + \text{H}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + \text{NO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$  (係數未平衡)，試問若要將 1 莫耳  $\text{FeS}_2$  完全溶於硝酸，至少需硝酸若干莫耳？

(A) 1 (B) 4 (C) 5 (D) 8 (E) 14 莫耳。

2. 已知碳酸鈣與鹽酸之反應速率和鹽酸濃度平方以及碳酸鈣之表面積成正比。若將附圖(一)的碳酸鈣立方體溶於 2 M 鹽酸中，所需時間為 600 秒，則溶解如附圖(二)的碳酸鈣的立方體 1000 個於同體積、1 M 鹽酸中，所需時間為若干秒？

(A) 60 (B) 240 (C) 480 (D) 600 (E) 1500 秒。



3. 元素週期表之前三週期的最後元素分別為氦、氖、氬，其原子序為 2、10、18。已知甲、乙、丙是週期表上相鄰的三種元素，甲與乙是同週期元素，乙與丙是同主族元素。試問下列三個問題，數值分別為何？

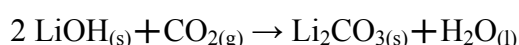
- (1) 就上述，甲、乙、丙在週期表中的相對位置，最多有幾種可能？  
 (2) 該三種元素的原子序總和為 27，則甲、乙、丙在週期表中的相對位置，最多有幾種可能？  
 (3) 承(2)，若此三種元素均為金屬，則甲、乙、丙在週期表中的相對位置，最多有幾種可能？

問題 選項	(1)	(2)	(3)
(A)	1 種	2 種	3 種
(B)	2 種	1 種	1 種
(C)	3 種	3 種	2 種
(D)	4 種	2 種	0 種
(E)	4 種	2 種	1 種

4. 胃壁會分泌鹽酸，使胃液之 pH 值維持在 2.3(氫離子濃度  $5 \times 10^{-3}$  M)左右。當胃酸過多時會造成胃痛，此時便需服用制酸劑來減輕症狀。某位病患胃液檢查結果顯示其 pH 值為 2，若該病患服用的制酸劑主要成分為  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，則藥劑中需含多少毫克的  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  才可使 1 升胃液的 pH 值恢復到 2.3？(莫耳質量： $\text{Mg}(\text{OH})_2=58$ )

(A) 116 (B) 145 (C) 232 (D) 290 (E) 320 毫克。

5. 太空艙內利用氫氧化鋰吸收太空人所呼出的二氧化碳，其反應式如下：



假設太空人平均每天所消耗的能量為 3500 kcal，而能量主要由氧化體內葡萄糖所提供，且每莫耳葡萄糖完全燃燒，放熱 2800 kJ。試問一位太空人執行任務 10 天所釋出的二氧化碳，至少需使用若干公斤的氫氧化鋰，方可清除完畢？

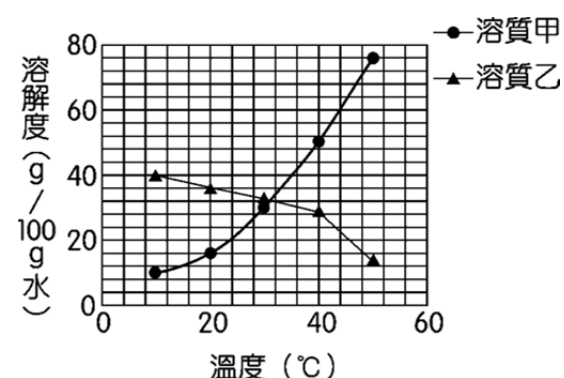
(已知 1 kcal 相當於 4.2 kJ。莫耳質量： $\text{LiOH}=23.9$ )

(A) 10.8 (B) 5.38 (C) 15.06 (D) 6.5 (E) 32 公斤。

6. 附圖為物質甲和物質乙在水中的溶解度。取甲、乙各 10 g 分別溶於 20 °C、50 g 水中，試問下列敘述哪些正確？

- I、甲為飽和溶液，乙為未飽和溶液。  
 II、甲溶液重量百分率濃度為 16.67 %。  
 III、將兩杯溶液放入冰箱冷卻至 10 °C 時，甲濃度變小，乙濃度變大。  
 IV、將乙溶液加熱超過 50 °C，會有沉澱析出。  
 V、乙物質溶於水中為放熱反應。

(A) I、IV、V (B) I、III、IV、V (C) I、II、IV、V (D) I、II、III、IV (E) I、II、IV。



7. 油炸用品質的好壞可用「酸值」呈現，酸值的定義為：中和 1 克油脂中游離脂肪酸所需之氫氧化鈉的毫克數。酸值愈高的食用油，其品質愈差。某衛生局檢驗速食業者的油炸用油樣品，發現 12 克的樣品，需 0.01 M  $\text{NaOH}_{(aq)}$  30 毫升恰可中和。試問該樣品的酸值為若干？(原子量： $\text{H}=1$ 、 $\text{O}=16$ 、 $\text{Na}=23$ )

(A) 0.1 (B) 0.3 (C) 1 (D) 3.6 (E) 7.2。

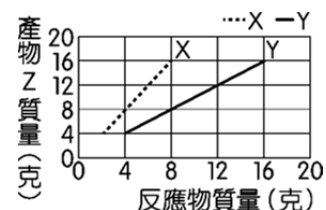
【閱讀以下文章後，回答 8~11 題】

十八世紀法國科學家拉瓦節經由觀察燃燒實驗，提出質量守恆定律，「在化學反應前後，物質的總質量不會發生改變」。拉瓦節在密閉容器中進行許多物質的燃燒實驗，例如碳、磷、硫等，結果發現反應前後物質的總質量不會改變。拉瓦節的質量守恆定律不僅推翻了燃素說，也建立了元素觀念，更是十九世紀化學發展的基礎，所以被世人尊稱為「近代化學之父」。

1797 年法國科學家普魯斯特研究發現，從不同區域所取得的碳酸銅礦石中，銅、碳及氧的質量比例皆為 5.3:1:4，而提出「同一種化合物，不論其來源或製造方式如何，其各組成元素間的質量比恆為定值」，稱為定比定律(law of definite proportion)，又稱為定組成定律。又如在相同區域收集到的二氧化碳，其中碳與氧的質量比也都是 3:8。

道耳頓依據當時許多化合物組成的研究，歸納出「兩種元素可組成兩種或兩種以上化合物時，將其中一元素的質量固定，則另一元素在不同化合物中的質量恆為一簡單整數比」，稱為倍比定律。例如一氧化碳與二氧化碳皆由碳及氧原子化合而成，固定碳在兩化合物中的質量，可得到兩化合物中氧的質量比恆為 1:2。又如水及過氧化氫中與 2 克的氫化合所需的氧分別為 16 克及 32 克，故與一定質量的氫化合成水及過氧化氫時，所需的氧質量比恆為 1:2。

8. 已知化學反應式： $X + 2Y \rightarrow 3Z + W$ ，其中反應物 X 和 Y 恰完全反應與產物 Z 的質量關係如附圖所示。當有 10 克 Z 生成時，需要 a 克 X、b 克 Y，且有 c 克 W 生成，試問「a+b+c」之值為若干？



- (A) 20 (B) 25 (C) 30 (D) 35 (E) 40。

9. 下列有關定比定律的敘述，何者錯誤？

(A)同一化合物中，各元素的質量比恆為簡單整數比

(B)同一化合物中，各元素的個數比為簡單整數比

(C)同一化合物中，各元素的重量組成恆為定值，與來源無關

(D)甲烷燃燒產生的二氧化碳或碳酸鈣加熱分解產生的二氧化碳，其中  $\frac{\text{碳元素質量}}{\text{氧元素質量}}$  相同

(E)重水(D<sub>2</sub>O)裡的重氫與氧的質量比亦適用於定比定律。

10. 將過量的 X 元素與 8 克的 Y 元素完全反應，可生成 24 克的化合物 I，且知 I 的化學式為 X<sub>2</sub>Y；另將 4 克的 X 元素與過量的 Y 元素完全反應，可生成 16 克的化合物 II，試問下列何者最有可能為化合物 II 的化學式？

(A) X<sub>2</sub>Y<sub>3</sub> (B) XY (C) XY<sub>2</sub> (D) X<sub>3</sub>Y (E) X<sub>2</sub>Y<sub>6</sub>。

11. 在不同條件下，分別取 12.8 克某元素與氟氣充分反應，生成兩種氟化物，測得所消耗的氟氣重量分別為 7.6 克、3.8 克。已知氟化物中氟的價數為 -1，且該元素的原子量小於 100，試問此元素的原子量為若干？(原子量：F=19)

(A) 24 (B) 40 (C) 48 (D) 64 (E) 96。

12. 亞佛加厥於西元 1811 年提出：「同溫、同壓下，相同體積的氣體，含有相同數量的分子」，此即亞佛加厥定律。某生進行「亞佛加厥定律實驗」，實驗數據如下：空塑膠袋連同裝置，利用天秤稱重，讀數為 22.31 克，裝滿氧氣後，塑膠袋重 23.91 克，裝滿某未知氣體後塑膠袋重 22.21 克，又塑膠袋之容積為 1.5 升，實驗時空氣密度為 1.2 克/升，試問該未知氣體可能為下列何者？(提示：天秤讀數(視重)，需加上空氣浮力做修正，方為氣體實際重量，即：實重=視重+空氣浮力。原子量：H=1、He=4、C=12、O=16、S=32)

(A) He (B) CH<sub>4</sub> (C) CO<sub>2</sub> (D) SO<sub>2</sub> (E) O<sub>2</sub>。

【閱讀以下文章後，回答 13~15 題】

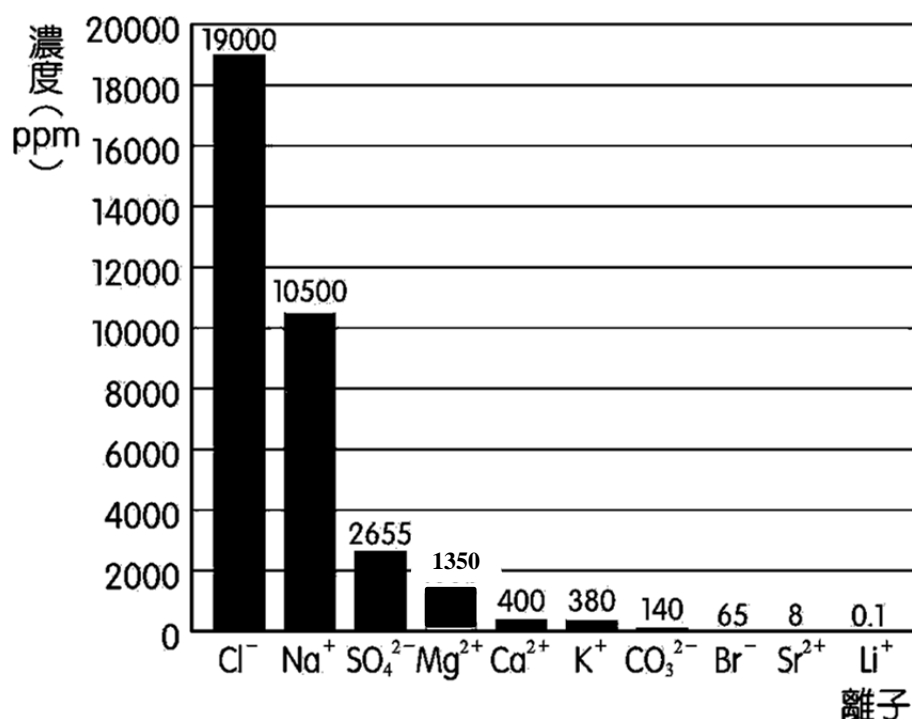
當溶液中溶質與溶劑的混合比例不同時，溶液的性質會受到影響，所以溶液的混合比例是一項十分重要的資訊；在一定的溶劑或溶液中所含溶質的量，稱為溶液的濃度。常用的濃度表示法有：重量百分率濃度、體積莫耳濃度、百萬分點濃度、十億分點濃度。常用濃度的名稱、代號、定義、算式及單位如下表所示。

濃度名稱	代號	定義	算式	單位
重量百分率	wt%	100 克溶液中所含溶質重量	$\frac{\text{溶質重量(g)}}{\text{溶液重量(g)}} \times 100\%$	%
體積莫耳濃度	$C_M$	1 升溶液中所含溶質莫耳數	$\frac{\text{溶質莫耳數(mol)}}{\text{溶液體積(L)}}$	M (mol/L)
百萬分點濃度	ppm	百萬克溶液中所含溶質重量	$\frac{\text{溶質重量(g)}}{\text{溶液重量(g)}} \times 10^6$	ppm
十億分點濃度	ppb	十億克溶液中所含溶質重量	$\frac{\text{溶質重量(g)}}{\text{溶液重量(g)}} \times 10^9$	ppb

地球表面有 71% 的面積是海洋，海洋為一個巨大的水溶液，週期表上幾乎所有元素都可以在海洋中找到。二十世紀初，德國化學家哈柏就曾嘗試用海水提煉黃金，他當時高估金在海水中的濃度，以為金在海水中的濃度約有  $10^{-7}$  M，但實際海水中僅含有金約 0.19 ppb。

海水中輕金屬的含量，遠較重金屬高。除鈉與鎂已有開發利用以外，近年來另一甚具開發潛力的是鋰金屬。鋰因為可以作為二次鋰電池的原料而使得需求量大為增加，目前臺灣已有利用從海水淡化廠所排放的高濃度鹵水中，提煉高純度鋰的實驗計畫，相信不久的將來，商業量產應可付諸實行。此外，另一項可能極具有開發價值的資源是鈾，海水中所含的鈾礦約為陸地蘊藏量的 2000 倍，但濃度極稀(僅約  $3 \times 10^{-3}$  ppm)，一直未開發，近來日本、英國及德國等國家分別研發利用無機吸附的方法提取海水中的鈾，此項技術亦已從基礎研究轉向開發應用研究的階段。

下圖為海水中，部分離子的百萬分點濃度，由前述資料，回答 13~15 題。(假設海水的密度為 1 g/mL。原子量：Li=7、C=12、O=16、Na=23、Mg=24、S=32、Cl=35.5、K=39、Ca=40、Br=80、Sr=87.6、Au=197、U=238)



- 海水中，鋰離子的濃度為每公升若干克 (克/升)？  
(A) 800 (B) 80 (C) 8 (D)  $8 \times 10^{-1}$  (E)  $8 \times 10^{-3}$  克/升。
- 海水中，Mg<sup>2+</sup> 與 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的體積莫耳濃度比 (Mg<sup>2+</sup> : SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 大約為何？  
(A) 2 : 1 (B) 1 : 3.8 (C) 2 : 3.2 (D) 1 : 1 (E) 3 : 2。
- 哈柏誤以為海水中的金含量約為實際含量的多少倍？  
(A) 10 (B) 100 (C) 1000 (D) 10000 (E) 100000。

【閱讀以下文章後，回答 16~20 題】

化學反應達到平衡時，由於正逆反應的速率相等，反應物或生成物的濃度維持定值。附表為四氧化二氮的分解反應 ( $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ ) 中各物種初濃度及平衡濃度數據，由表中發現定溫下各次實驗的起始濃度不同，平衡時的濃度也各不相同，彼此間似乎沒有特殊的關係存在，但若將平衡時生成物濃度的二次方除以反應物的濃度(即  $\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$ )，則發現不論初濃度如何，其數值幾乎為一定值。

▼ 於 100 °C 進行  $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$  的分解反應

實驗 編號	初濃度(M)		平衡時的濃度(M)		$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$
	$[\text{N}_2\text{O}_4]$	$[\text{NO}_2]$	$[\text{N}_2\text{O}_4]$	$[\text{NO}_2]$	
1	0.0000	0.0200	0.00140	0.0172	0.211
2	0.0000	0.0300	0.00280	0.0243	0.211
3	0.0000	0.0400	0.00452	0.0310	0.213
4	0.0200	0.0000	0.00452	0.0310	0.213

將此定值的關係式表示如下：

$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$ ，其中  $K_c$  稱為平衡常數，而式中各物種的體積莫耳濃度均為平衡時的濃度。 $K_c$  的數值等於化學方程式中各生成物濃度的係數次方相乘後，再除以各反應物濃度的係數次方相乘。定溫時無論反應的初濃度如何改變，只要達到平衡，其平衡常數不變。一般勻相反應達到平衡時，其可逆反應方程式及其平衡常數  $K_c$  可分別表示如下：

$aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$  ( $a$ 、 $b$ 、 $g$ 、 $h$  為反應式係數)

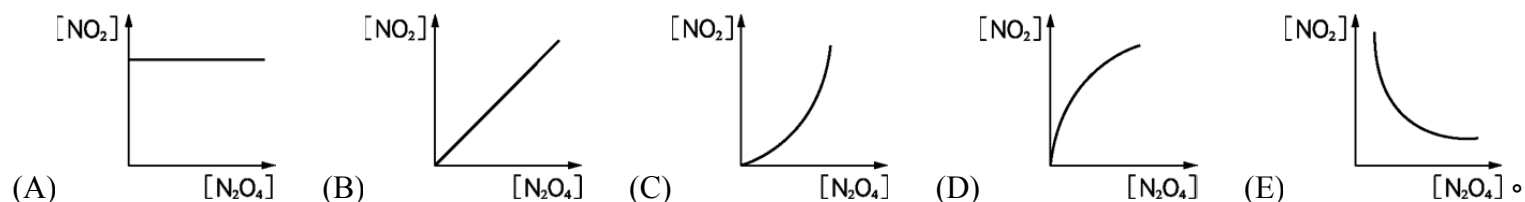
$$K_c = \frac{[\text{G}]^g [\text{H}]^h}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

含有氣體的平衡系統中，若藉由改變體積而使各成分氣體分壓改變，常會造成平衡的移動及產率變化。以四氧化二氮的分解為例： $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$

若將平衡系統的體積壓縮為原來的一半，此時各成分的濃度和分壓均增大為 2 倍，平衡受到破壞而產生變化。依據勒沙特列原理，當系統的體積減小或壓力加大時，系統為了抵消此一因素，平衡會向氣體總莫耳數少的方向移動。因此上述反應向左進行時，若有 2 莫耳的氣體( $2\text{NO}_2$ )向左反應，僅能生成 1 莫耳的氣體( $1\text{N}_2\text{O}_4$ )，使氣體的總莫耳數減少，壓力因而降低。由上述說明，可以得到下列結論：

- (1) 如果平衡系統因為減小體積造成壓力增加時，平衡會朝氣體總莫耳數變小的方向移動。
- (2) 若平衡系統因為增大體積造成壓力減少時，則平衡朝氣體總莫耳數增多的方向移動。
- (3) 若反應方程式兩邊的氣體總莫耳數相等，則不管增大或減小體積，對平衡都沒有影響。

16. 以  $[\text{NO}_2]$  為縱軸， $[\text{N}_2\text{O}_4]$  為橫軸，於定溫下，當  $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$  反應達平衡時，二者的關係圖為何？



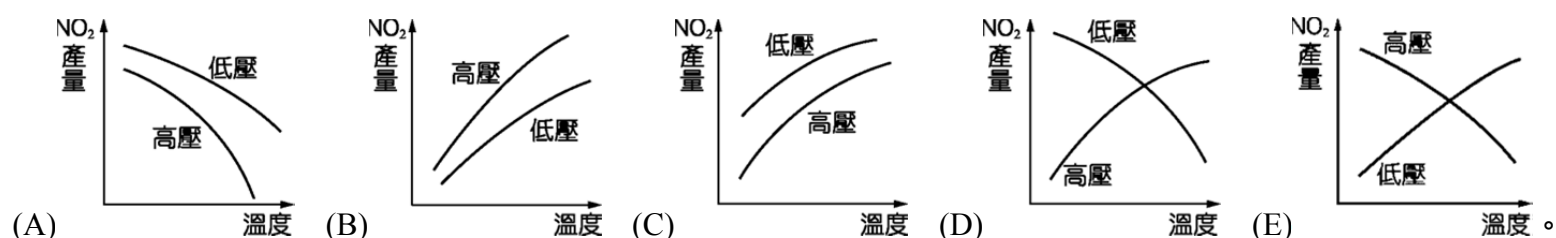
17. 反應式  $2\text{X}_{(aq)} + \text{Y}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Z}_{(aq)}$ 。當 2 M 的 X 與 1 M 的 Y 反應，達平衡後，可得 0.5 M 的 Z；若欲由 1 M 的 Y 製備 0.9 M 的 Z，則溶液中所需 X 的最低初始濃度為若干 M？

- (A) 3.6 (B) 4.8 (C) 7.2 (D) 9.1 (E) 11.5 M。

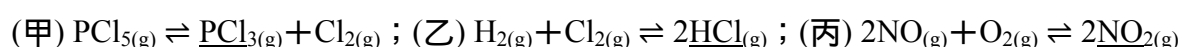
18. 有關  $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  平衡系統的敘述，下列何者正確？

- (A) 顏色呈黃色時，表示溶液中已沒有  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$   
 (B) 加入少量  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ，平衡向右移動，且平衡常數變大  
 (C) 加水稀釋，平衡向右移動  
 (D) 加入  $\text{NaOH}(\text{s})$  時，溶液偏向橙紅色  
 (E) 加入鹽酸時，溶液保持橙紅色或由黃色變橙紅色。

19. 已知每莫耳四氧化二氮分解，需吸熱 57 kJ，即  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + 57.2 \text{ kJ} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 。下列有關  $\text{NO}_2(\text{g})$  的產量與溫度、壓力的關係圖，何者正確？



20. 有關甲、乙、丙三個平衡系統：



各畫線物質之原平衡濃度為  $C_1$  (mol/L)，定溫下將系統容積減半後，各畫線物質之新平衡濃度為  $C_2$  (mol/L)，試問各畫線物質新平衡濃度與原平衡濃度比值  $\frac{C_2}{C_1}$  的大小順序為何？

- (A) (甲) > (乙) > (丙) (B) (丙) > (甲) > (乙) (C) (乙) > (丙) > (甲) (D) (甲) > (丙) > (乙) (E) (丙) > (乙) > (甲)。

【閱讀以下文章後，回答 21~22 題】

雙糖分子是由兩個單糖分子脫去一分子水而得。我們平常食用的蔗糖即為雙糖，其分子式為  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，它是由一分子葡萄糖及一分子果糖脫水而成。相反的，將一分子蔗糖加水分解(水解)，即可得一分子葡萄糖與一分子果糖。另外，麥芽糖及乳糖也是雙糖，分子式亦為  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 。一分子麥芽糖水解可得二分子葡萄糖，一分子乳糖水解可得一分子半乳糖及一分子葡萄糖。

多糖是由多個單糖脫去水分子所形成的聚合物，常見的多糖有澱粉、纖維素和肝糖，皆由葡萄糖分子聚合而成，化學式可用  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  表示，其中  $n$  值通常為數百到數千之間不等， $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$  則稱為多糖的「單體單元」。

21. 取麥芽糖與蔗糖的混合物 50 克，完全水解後，所得葡萄糖與果糖的重量比為 3：2，試問該混合物中含有蔗糖若干克？

- (A) 10 (B) 20 (C) 30 (D) 40 (E) 50 克。

22. 某澱粉之分子量為 10000，其單體單元長度為 5 埃(1 埃 =  $10^{-10}$  公尺)，試問該澱粉分子的長度約為若干公分？

(原子量：H=1、C=12、O=16)

- (A)  $2.5 \times 10^{-6}$  (B)  $2.5 \times 10^{-8}$  (C)  $1.25 \times 10^{-6}$  (D)  $3.1 \times 10^{-6}$  (E)  $3.1 \times 10^{-10}$  公分。

【閱讀以下文章後，回答 23~25 題】

法拉第發現，進行電解時，若無副產物產生，某電極析出物質的質量變化( $\Delta W$ )與通入的電量( $Q$ )成正比。例如電解硫酸銅水溶液時，通電時間愈久，通入的電量愈大(電量(庫侖)=電流(安培) $\times$ 時間(秒)，即  $Q=I \times t$ )，負極析出的銅愈多。若通入的電量為定值時，某電極析出物質的質量與該物質莫耳質量( $M$ )成正比，而與 1 莫耳該物質在電解過程中得失的電子數( $n$ ，對金屬而言為其離子之電荷，也就是其價數)成反比。例如，硝酸銀水溶液及硫酸銅水溶液，若串聯進行電解，當有一莫耳電子流通時，可分別析出 1 莫耳的銀(質量 107.8 克)及 0.5 莫耳的銅(質量 31.8 克)，析出質量比 107.8 : 31.8，恰為各物質莫耳質量除以電荷後之比  $\frac{107.8}{1} : \frac{63.6}{2}$ 。綜合以上所述，電解時某電極析出物質的質量與電量、莫耳質量及每莫耳物質得失

電子數等變因之關係可表示為： $n \times \frac{\Delta W}{M} = \frac{Q}{F}$

此即法拉第電解定律，其中  $F$  為法拉第常數，表示每莫耳電子所攜帶的電量，1 法拉第=96500 庫侖。

23. 以 10 安培電流電解某熔融鉻鹽 96.5 分鐘，在陰極獲得 15.6 克的鉻金屬，試問此鉻鹽中鉻的價數為若干？

(原子量：Cr=52)

(A)+2 (B)+3 (C)+4 (D)+6 (E)+7。

24. 工業上利用電解熔融氧化鋁 ( $Al_2O_{3(l)}$ ) 的方式來製備鋁金屬，試問若要生產 54 克的鋁金屬約需要多少庫侖的電量？

(A)  $1.9 \times 10^5$  (B)  $2.9 \times 10^5$  (C)  $5.8 \times 10^5$  (D)  $1.2 \times 10^6$  (E)  $1.5 \times 10^6$  庫侖。

25. 鉛蓄電池是以鉛及二氧化鉛為電極，稀硫酸為電解質的裝置，放電時的反應為：



某鉛蓄電池，原有重量百分率濃度 40% 的  $H_2SO_{4(aq)}$  電解液 1 公斤，經放電 1 法拉第後，該鉛蓄電池之硫酸濃度變為若干？

(A) 11% (B) 22% (C) 33% (D) 44% (E) 66%。

試題結束