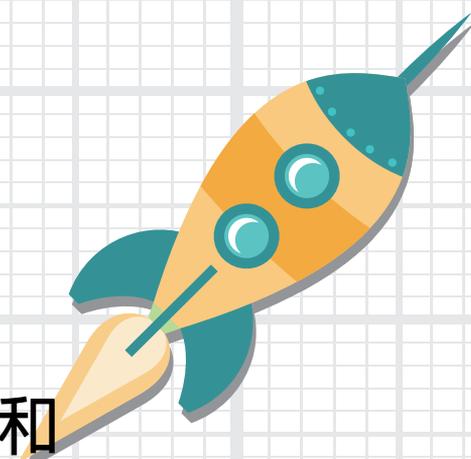
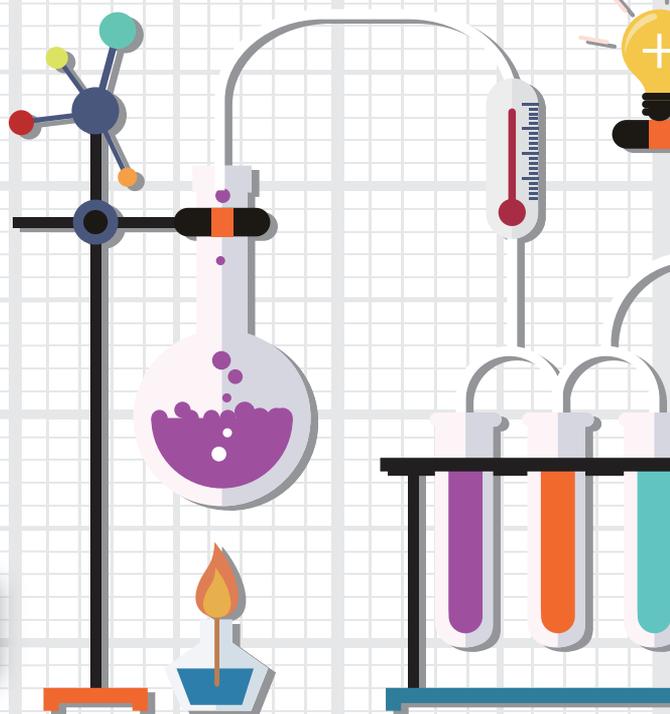
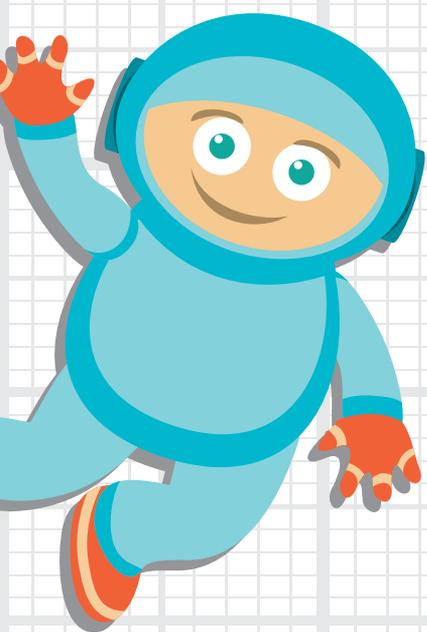
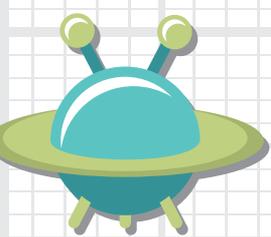
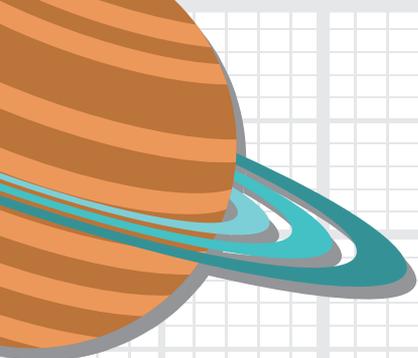


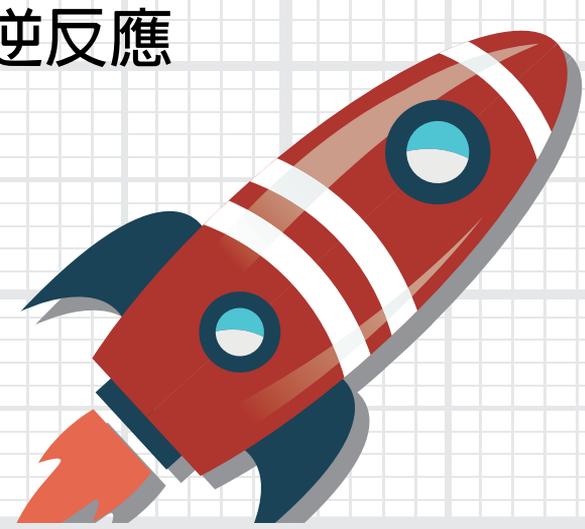
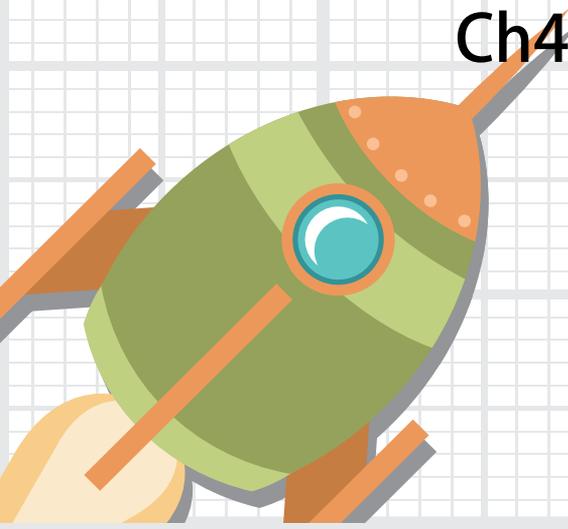
廖柏坤資優自然

國二理化



Ch3 電解質與酸鹼中和

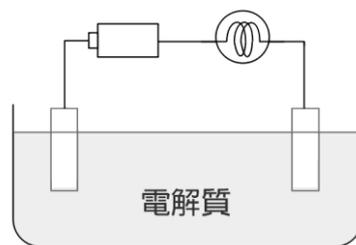
Ch4 反應速率與可逆反應



認識電解質

實驗 - 電解質的檢驗

- 方法：
 - 將電池（直流電源）、燈泡、導線及_____電極連接如右圖。
 - 碳棒使用前後必須用蒸餾水沖洗後，才能再試驗其他待測水溶液。
 - 可導電者，燈泡（必要條件），電極一定有_____變化（必要條件），電極可能會_____。



2. 觀察結果：

物質種類	硫酸	氫氧化鈉	硝酸鉀	食鹽水	礦泉水	果汁	酒精	蔗糖	純水
燈泡是否發亮									
是否產生氣泡									

電解質

- 在化學上，我們通常根據化合物水溶液的導電性，將化合物分成電解質與非電解質二大類。
- 電解質定義：凡_____會_____、能_____的_____，並且當通電時，會發生化學變化的物質，我們就稱之為電解質，分成酸、鹼、鹽三類。

註：電解質必為化合物，金屬雖然可以導電，但是不能歸為電解質，因為金屬是元素。

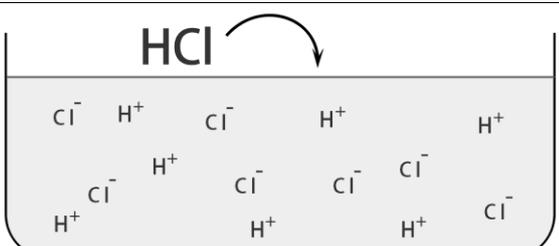
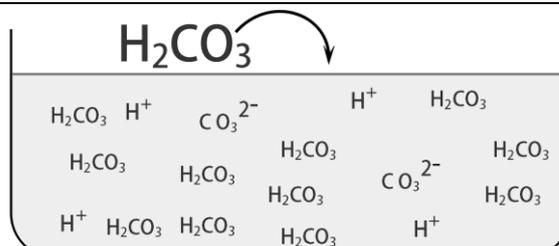
註：電解質＝溶於水或_____可導電的化合物。EX：食鹽水、液態食鹽皆可導電。

註：非電解質＝溶於水不導電的化合物＝乙醇、葡萄糖、蔗糖…等。

3. 分類：

種類	酸類電解質	鹼類電解質	鹽類電解質
溶於水酸鹼性			
舉例			
特殊考題	有些 <u>氣態化合物</u> 或是 <u>金屬氧化物</u> 溶於水也可以導電，故也是電解質。 EX：二氧化碳（ ）、二氧化硫（ ）、氧化鈉（ ）、氧化鎂（ ）。		

4. 強、弱電解質區別：

強電解質 = 解離度大 = 強酸、強鹼、多數鹽類	弱電解質 = 解離度小 = 弱酸、弱鹼
 <p>HCl</p>	 <p>H₂CO₃</p>
溶解後，分子幾乎全拆散成離子，導電效果好	溶解後，少數分子拆成離子，導電效果差

電離說

1. 提出：西元 1884 年由瑞典的化學家_____為解釋化合物的水溶液導電的原因而提出，但此說法與道耳頓原子說的原子不可分割的觀念不合，因此普遍受到質疑。
2. 證實：後來在 1897 年，英國物理學家湯木生發現帶負電的電子，且證實電子是原子的一部分，人們才從道耳吞的原子說中覺醒，也足以證實帶電離子的說法。後來在 1903 年阿瑞尼斯才以解離說獲得諾貝爾獎。

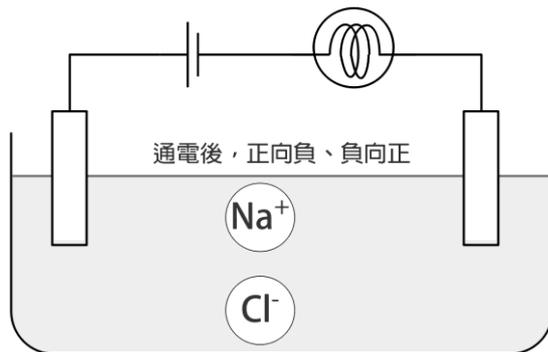
3. 內容：

- (1) 電解質溶於水時，會形成帶電的粒子，帶正電的叫正離子；帶負電的稱為負離子。
- (2) 電解質在水中分解成離子的現象，我們就稱為**解離**。

① 氯化鈉在水中的解離

② 氯化鈣在水中的解離

- (3) 溶液中，**正離子總電量 = 負離子總電量**，**溶液一定呈現電中性**，但是正負離子的數目則**不一定會相等**。
- (4) 未通電時，離子在溶液中**向四面八方移動**，但是當電流通過時，正離子會移向_____；而負離子會移向_____，這些移動的離子就構成溶液中的電流。



4. 討論：

- (1) 電解質固態時，組成的離子由於距離近，吸引力太強烈，無法自由移動，所以不能導電。
- (2) 當溶解於水中時，正負離子的距離變大了，吸引力就變小，因此離子能夠自由移動導電。
- (3) 電解質在水溶液中的導電難易程度與其在水溶液中的解離度(或離子數目)成正比。

EX：排列出下列物質的導電程度(由易到難)：(A)純硫酸(B)稀硫酸(C)醋 _____。

- (4) 電解質細分為：

	分子化合物	離子化合物
溶於水	可導電	可導電
熔融態	不可導電	可導電

EX：純硫酸為中性分子化合物，在液態時_____導電；但是溶於水後便可以導電。

EX：氯化鈉為中性離子化合物，在液態(高溫熔融)時與溶於水後皆可以導電。

5. 水溶液中的離子是由**電中性**的化合物解離而成，所以水溶液必為**電中性**，離子_____單獨存在，也就是**正、負離子必定成對存在**。

HOMEWORK

單題：

1. ()關於電解質之說法，下列那一項是正確的？
(A)銅絲可以導電所以是電解質 (B)固體的食鹽不能導電，所以食鹽不是電解質 (C)酒精在水中溶解度很大，是強電解質 (D)鹽酸是氯化氫的水溶液，是強電解質
2. ()下列各實驗操作，何者可用以判別電解質？
(A)將磁鐵靠近各物質的粉末，粉末可被磁鐵吸引者為電解質
(B)取固體物質與直流電源的兩極直接連接，能導電者為電解質
(C)將各物質的水溶液滴於廣用試紙上，試紙呈綠色者為電解質
(D)將直流電源的兩極插入各物質的水溶液中，水溶液可導電者為電解質 **【99-2】**
3. ()氯化鈣在水中解離， $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ，下列有關氯化鈣的敘述，何者為不正確？
(A)溶液中負離子所帶的總電量是正離子的兩倍 (B)水溶液中有 H^+ 和 OH^- 存在 (C)溶液可導電， CaCl_2 為電解質 (D)氯離子的電子數比氯原子多一個，故帶(-1)電荷
4. ()氫氧化鈣在水中解離： $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ ，則下列有關氫氧化鈣溶液的敘述，何者正確？(A)溶液中負離子所帶的總電量是正離子所帶的總電量的兩倍 (B)因溶液為強鹼性，故溶液中並沒有 H^+ (C)因溶液可導電，故通以直流電，因為 Ca^{2+} 帶正電必向正極移動 (D)溶液中負離子總數目和正離子總數目不相等
5. ()對於溶液導電性的強弱，與其所含何種類粒子的數目有關？
(A)離子 (B)分子 (C)原子 (D)電子
6. ()下列誰不能導電？
(A)碳棒 (B)熔化的麥芽糖 (C)液態食鹽 (D)銀
7. ()X=純硫酸，Y=20%稀硫酸，Z=50%醋酸水溶液，請排序腐蝕性由大到小？
(A)XYZ (B)XZY (C)YZX (D)YXZ
8. ()承上，導電度由大到小？(A)XYZ (B)XZY (C)YZX (D)YXZ
9. ()下列何者不是電解質？(A)硫酸 (B)銀 (C)硝酸鉀 (D)氫氧化鎂
10. ()下列敘述，何者正確？(A)所有的化合物都是電解質 (B)銅能夠導電，故銅是電解質 (C)純硫酸不能導電，故硫酸不是電解質 (D)電解質的水溶液必定能夠導電
11. ()阿永取1 L的0.5 M氯化鋇(BaCl_2)水溶液與1 L的0.5 M 硫酸鈉(Na_2SO_4)水溶液混合，立刻產生白色沉澱。他將溶液過濾，取出沉澱物進一步實驗，確認成分為硫酸鋇，含量為0.5莫耳，而過濾後的澄清濾液，經測試發現在室溫時具有良好的導電性，則濾液中「主要的」導電粒子為下列何者？ **【104會考】**
(A) H^+ 、 OH^- (B) Na^+ 、 Cl^- (C) Ba^{2+} 、 Cl^- (D) Na^+ 、 SO_4^{2-}
12. ()下列為濃度相同、體積為500 mL的水溶液，哪一杯水溶液所解離的粒子總數最多？
(A)葡萄糖 (B)甲醇(CH_3OH) (C)氫氧化鈉 (D)醋酸 **【96-1】**
13. ()下列何者的離子數目最少？
(A)液態食鹽 (B)純硫酸 (C)食鹽水 (D)稀硫酸
14. ()下列何者為氯化鈣(CaCl_2)水溶液中正電荷總電量與負電荷總電量的比？**【93-II】**
(A) 1:1 (B) 1:2 (C) 2:1 (D) 3:1。

認識電解質

- 15.()下列那些溶液不可以導電？
 (A)硫酸+氫氧化鈉 (B)蔗糖+酒精 (C)硝酸鉀+礦泉水 (D)檸檬汁
- 16.()下列敘述，何者錯誤(A)維生素C、氨都是電解質 (B)電解是一種化學變化 (C)氣態氨不能導電，故氨不是電解質 (D)礦泉水、果汁也能導電
- 17.()下列敘述何者錯誤？(A)電解質都是液態的物質 (B)電解質的水溶液必能導電 (C)電解質水溶液導電時，必有化學變化發生 (D)電解質溶於水時，必能解離出正負離子
- 18.()那一個離子所含電子數目和氖原子相同？(原子序：Cl=17, Be=4, Ne=10, S=16, Al=13)
 (A)Cl⁻ (B)Be²⁺ (C)S²⁻ (D)Al³⁺
- 19.()將固體NaOH投入水中，下列那一項不可能發生？ (A)溶液能導電 (B)溶液的溫度升高 (C)NaOH解離為Na⁺、OH⁻ (D)NaOH和H₂O作用產生H₂
- 20.()小蘭對食鹽水可導電，但糖水不導電現象的解釋，下列何者正確？
 (A)食鹽水中含鈉原子，屬於金屬，故能導電
 (B)糖水的濃度太低，所以不導電，但增高濃度即可導電
 (C)糖水的組成元素碳、氫、氧均為非金屬，所以不導電
 (D)食鹽在水中解離成帶電荷的鈉離子及氯離子，故可導電
- 21.()下列物質何者不具導電性？ (A)石墨 (B)汞 (C)氯化鈉溶液 (D)酒精
- 22.()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，如右圖所示。由圖判斷下列何者最可能是化合物 X？ **【106】**
- | Point | 正離子數目 (莫耳) | 負離子數目 (莫耳) |
|-------|------------|------------|
| 甲 | 2 | 1 |
| 乙 | 4 | 2 |
| 丙 | 6 | 3 |
| 丁 | 8 | 4 |
- (A) CaCl₂ (B) CuSO₄ (C) Na₂SO₄ (D) CH₃COOH
- 23.()下列有關電解質的敘述何者正確？(甲)電解質必為化合物，元素無一個是電解質(乙)凡溶於水時會導電的物質，必為電解質(丙)電解質水溶液必為中性。
 (A)(甲)(乙)(丙) (B)(甲)(乙) (C)(乙)(丙) (D)(乙)
- 24.()關於電解質之說法，下列那一項是正確的？
 (A)銅絲可以導電所以是電解質 (B)固體的食鹽不能導電，所以食鹽不是電解質 (C)酒精在水中溶解度很大，是強電解質 (D)鹽酸是氯化氫的水溶液，是強電解質
- 25.()下列敘述，何者是HCl、NaOH、KNO₃等三種水溶液的共同性質？
 (A)都具有酸性 (B)都具有鹼性 (C)都不是電解質 (D)都呈電中性
- 26.()某化合物溶於水，已知含有Na⁺，則另外可能含有那一種離子？
 (A)OH⁻ (B)K⁺ (C)NH₄⁺ (D)H⁺
- 27.()氯化鈣(CaCl₂)在水中解離後，下列何者錯誤？ (A)解離方程式為CaCl₂→2Cl⁻+Ca²⁺ (B)因水溶液可導電，故氯化鈣是一種電解質 (C)水溶液中，正、負離子之電量相同 (D)鈣的原子序為20，氯的原子序為17，故Ca²⁺和Cl⁻的電子數不可能相等
- 28.()下列敘述何者正確？ (A)能導電的物質都是電解質 (B)不能導電的物質就是非電解質 (C)酒精不能導電，是因為酒精沒有溶於水 (D)苛性鈉固體不能導電，但是它是電解質
- 29.()下列各化合物溶於水時，其解離的反應式何者正確？ **【97-2】**
 (A)MgCl₂ → Mg²⁺ + Cl₂²⁻ (B)CuSO₄ → Cu²⁺ + S⁶⁺ + 4 O²⁻
 (C)CH₃OH → CH₃⁺ + OH⁻ (D)C₂H₅COOH → C₂H₅COO⁻ + H⁺

認識電解質

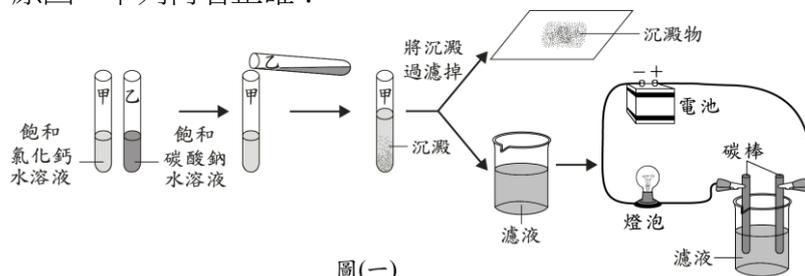
30.()三個燒杯中分別盛有 C_2H_5OH 、 CH_3COOH 、 $Ca(OH)_2$ 的水溶液，將三個燒杯任意標示為甲、乙、丙，進行如表(三)之檢測，則三個燒杯中溶液所含成分為何？ 【98-1】

表(三)

燒杯	導電性	加入 CO_2	加入酚酞
甲	不可導電	無反應	呈無色
乙	可導電	白色沉澱	呈粉紅色
丙	可導電	無反應	呈無色

- (A)甲為 C_2H_5OH 、乙為 CH_3COOH 、丙為 $Ca(OH)_2$
 (B)甲為 CH_3COOH 、乙為 C_2H_5OH 、丙為 $Ca(OH)_2$
 (C)甲為 CH_3COOH 、乙為 $Ca(OH)_2$ 、丙為 C_2H_5OH
 (D)甲為 C_2H_5OH 、乙為 $Ca(OH)_2$ 、丙為 CH_3COOH

31.()圖(一)為小賀進行某實驗的步驟圖，最後觀察燈泡是否發亮。關於燈泡發亮與否及其解釋原因，下列何者正確？ 【108】



圖(一)

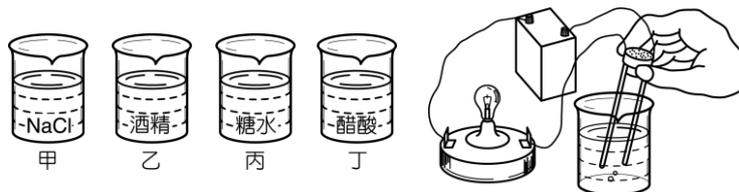
- (A)會發亮，因濾液只含有水
 (B)會發亮，因濾液含有電解質
 (C)不會發亮，因濾液只含有水
 (D)不會發亮，因濾液含有電解質

填充題：

1. 寫出下列水溶液中所有的粒子名稱：(包含解離與未解離者)

- (1) 食鹽水溶液：_____。
 (2) 醋酸水溶液：_____。
 (3) 氫氧化鈉水溶液：_____。

2. 如圖，甲、乙、丙、丁四個燒杯內的水溶液做導電性實驗，則：



- (1)在如圖的裝置中，小燈泡發光時，表示電路中有【 】(填直流或交流)電通過；更換溶液時電極要以【 】沖洗。
 (2)那些燒杯的水溶液能導電使燈泡發亮？答：【 】。(填代號)
 (3)那一個燒杯內的水溶液能使燈泡最亮？答：【 】。(填代號)
 (4)那些燒杯內的水溶液導入電流時，碳電極上有氣泡產生？答：【 】。(填代號)
 (5)由上知那些燒杯內的物質屬於電解質？答：【 】。(填代號)
 (6)改用濃度較小的水溶液，則會發光之燈泡亮度會變【 】。(填大或小)
3. 有五種物質，分別為(甲)氯化氫(乙)醋酸(丙)氯化鈉(丁)硝酸鉀(戊)氫氫化鈉，則：
- (1)屬於酸類的有【 】，其化學式為【 】。
 (2)屬於鹽類的是【 】，其化學式為【 】。
 (3)屬於電解質的是【 】。

常見的酸與鹼

酸的通性

1. 定義：以阿瑞尼士的觀點來說：「凡是溶於水可解離出_____的化合物」，均可稱為酸。

2. 酸的共同性質：

(1) 酸的共同離子為 H^+ 。 (2) 酸的通式：

(3) 酸的化合物中，必定含有氫，溶於水能解離出 H^+ ，但是並非含有氫的化合物都是酸。

EX： $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 都不是酸。因為它們在水中並不解離出 H^+ 。

(4) 酸性溶液在不同指示劑中顏色不同。

指示劑	石蕊試紙	酚酞	酚紅	廣用試紙
酸性溶液				

(5) 大多數的酸溶液，會與活性大的金屬反應，並產生_____。

EX：反應式：

(6) 稀酸溶液與碳酸鈣反應時，可產生_____氣體。因此，近代因空氣污染嚴重，空氣中常含有微量的酸性物質，所以很多的大理石的古蹟，都已經遭到侵蝕和破壞。

EX：反應式：

註：貝殼、大理石、方解石、石灰石、蛋殼的主成分都是碳酸鈣。

(7) 酸性溶液都具有酸味，不可輕易嚐試，也都具有腐蝕性。

(8) 1990年起，環保署定義當雨水 pH 值低於____時稱為酸雨。(正常無污染的雨水 pH 約 5.6)

(9) 濃酸在稀釋時，都會_____熱量，而使溶液的溫度上升。

強酸與弱酸

1. 強酸：凡在水溶液中幾乎 **100%解離**，產生 H^+ 者，就是強酸，也就是解離度大。

EX： H_2SO_4 、 HCl 、 HNO_3 。

2. 弱酸：凡在水溶液中只有**部分解離**，產生 H^+ 者，也就是解離度小。

EX： CH_3COOH 、 H_2SO_3 、 H_2CO_3 。

硫酸 ()

1. 性質：

- (1) **純硫酸**是一種_____色，呈_____狀，腐蝕性很強的液體，密度約為 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ ，比水大。
- (2) 硫酸可任意比例完全溶在水中，並放出大量的熱，故稀釋時要將_____緩緩注入_____中。
- (3) 濃硫酸有強烈的_____ (吸走水分)，而**稀硫酸則沒有此性質**(_____才有)。【重要！】
 - ①可使含碳、氫、氧的有機化合物，**產生燒焦的現象**，而成焦黑的_____。
 - ②可使_____色的硫酸銅晶體脫水成_____色的硫酸銅粉末。
- (4) **純硫酸**因為沒有解離出 H^+ ，會呈中性反應；溶於水後才能解離出 H^+ ，而成酸性。
- (5) 活性比氫大的金屬，如：Zn、Cr、Fe、Sn、Pb，會與稀硫酸反應產生氫氣；而活性比氫小的元素，如：_____、_____、_____、_____、_____，則與稀硫酸不反應。
- (6) 沸點是所有酸中最_____的，約_____°C，加熱時不易揮發，可利用此特性，來製造沸點低的各種酸。**註：硝酸約 83°C，鹽酸約 50°C。**

2. 用途：號稱_____之母。

3. 檢驗：與_____反應，會生成_____色的_____沉澱。

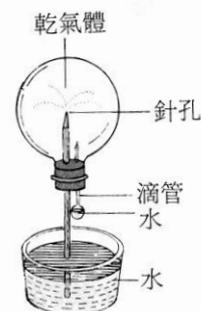
鹽酸 ()

1. 性質：

- (1) 氯化氫 () 的水溶液，學名_____ ()，混合物，可由食鹽中製得。
- (2) 最濃的鹽酸約含有 38% 的氯化氫，打開瓶蓋會有**白色煙霧**冒出，俗稱**有煙的鹽酸**，此為逸出的氯化氫氣體與空氣中的水蒸氣結合而成的**鹽酸液滴(酸霧)**，要避免吸入。
- (3) 鹽酸為無色的液體，但是一般工業用的粗製鹽酸中，會含有_____，而呈_____色，且具有刺鼻味。
- (4) 氯化氫極易溶於水，1 公升的水可以溶解約_____公升的氯化氫氣體。

註：噴泉實驗：在大圓瓶中裝乾燥的氯化氫，與外面的大氣壓力相等。

當少量的水由滴管擠入大圓瓶後，此時氯化氫便快速溶於水中，使得瓶內的氣體減少，所以瓶內壓力下降，則下方的水即被擠壓向上。其它易溶的氣體，如_____，也可以進行本實驗。



2. 用途：號稱_____之母。

- (1) 可用於清洗_____，以及_____表面。
- (2) 是製造聚氯乙烯 () 塑膠的原料。

3. 檢驗：與_____反應，會生成_____色的_____ () **固體**微粒，呈現**白煙狀**。

圖示：



硝酸 ()

1. 性質：

- (1) **硝酸**性質不安定，在高溫或是受_____的影響，會發生分解而產生_____色的_____，故通常裝在_____色瓶中。本身是一種_____色的液體，但因為溶有分解出來的_____，所以略呈_____色。
- (2) 硝酸與大多數的金屬都可起反應，甚至活性很小的**銅**跟**銀**，但產生的氣體並非氫氣。
- ① 銅與**濃硝酸**作用，生成_____色的_____氣體。
- ② 銅與**稀硝酸**作用，生成_____色的_____氣體。
- $$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{濃}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$$
- $$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$$
- (3) _____：濃硝酸與濃鹽酸按_____：_____的比例〔_____比〕混合，能夠溶解普通酸類所不能溶解的_____和_____。記法：_____。

2. 用途：

- (1) 軍事上：濃硝酸可用來製造黃色炸藥_____（_____）。號稱_____之母。
- (2) 濃硝酸也可以製造_____，以作為黑火藥、鉀肥料、肉類防腐劑的原料。
- (3) 可製造_____，作為煙火原料，2020年黎巴嫩首都貝魯特大爆炸就是因此造成。

3. 檢驗：(1) 遇到銅，會生成紅棕色的 NO_2 。(2) 遇到蛋白質，使蛋白成_____色。

註：炸藥是任何化合物或混合物，當其受到熱、摩擦、撞擊或火花時，立即引起快速之反應，發出高熱及大量氣體，而導致爆炸。炸藥大部分是有機物，較重要的有下列幾種：

1. 硝化甘油(Nitroglycerine)：硝化甘油即三硝酸甘油 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ ，係無色黏性之液體，可由甘油(丙三醇)和硝酸及濃硫酸混合製得： $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

2. 三硝基甲苯(T.N.T.)：三硝基甲苯 $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$ 為淡黃色晶體，可由甲苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)與硝酸和濃硫酸混合製得： $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 3\text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

醋酸 ()

1. 性質：

- (1) **純醋酸**為_____色而有刺激性的液體，學名_____，極易溶於水，但是導電性不佳。純醋酸在 17°C 以下凝固成冰狀物，所以又稱為**冰醋酸**。
- (2) 食用醋中含_____的乙酸，由_____發酵而成，可作調味料。
- (3) 活性大的金屬，能與醋酸作用產生氫氣。

鹼的通性

1. 定義：以阿瑞尼士的觀點來說：「凡是溶於水可解離出_____的化合物」，均可稱為鹼。

2. 鹼的共同性質：

(1) 鹼的共同離子為 OH^- 。 (2) 鹼的通式：

(3) 凡是鹼的化合物中，溶於水必能解離出 OH^- ，但是並非含有 OH 的化合物都是鹼。

EX： $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 水溶液為_____性，因為它在水中並不會解離出 OH^- 。

(4) 鹼性溶液在不同指示劑中顏色不同。

指示劑	石蕊試紙	酚酞	酚紅	廣用試紙
鹼性溶液				

(5) 鹼性溶液嚐起來有澀味，摸起來有滑膩感，但是某些有毒或會腐蝕皮膚，所以要避免直接碰觸。

(6) 鹼性的水溶液可以溶解_____或是去污。

強鹼與弱鹼

1. 強鹼：凡在水溶液中幾乎 100% 解離，產生 OH^- 者，就是強鹼，也就是解離度很大。

EX：_____、_____。

2. 弱鹼：凡在水溶液中只有部分解離，產生 OH^- 者，也就是解離度較小。

EX：_____。

氫氧化鈉 (_____) 俗稱 _____、_____。【課外：液鹼、片鹼。】

1. 性質：

(1) 氫氧化鈉為_____色，硬、脆的固體，有強烈的腐蝕性，能破壞有機物質，如皮膚，毛髮、絲帛等，故俗稱苛性鈉。

(2) 極易溶於水而放出熱量，其水溶液為強鹼性，且具滑膩感，故工業上稱為燒鹼。

(3) 在空氣中易吸收_____而潮解，且吸收_____而形成_____或_____，所以氫氧化鈉得要保存在乾燥且密閉的容器內。

註：吸收 CO_2 變成碳酸鈉 (Na_2CO_3)。 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

吸收 CO_2 與 H_2O 就潮解成碳酸氫鈉 (NaHCO_3)。(記清楚！)

(4) 可製造肥皂、人造纖維、漂白紙漿，_____。

氨 () 與氨水 ()

1. 性質：

- (1) 氨氣為____色，有刺鼻臭味，比空氣____的氣體。
- (2) 氨____溶於水，在室溫時，1 公升的水可以溶氨____公升，其溶解度比氯化氫____，也可作噴泉實驗。

註：氨氣與氯化氫氣體外洩時，必須作____處理。

註：只能使用向下排空氣法收集，不可使用排水集氣法。

- (3) 氨必須溶於水，才呈現弱鹼性，乾燥的氨或是液態的氨都呈____反應。水溶液稱為氨水，俗稱阿摩尼亞水，是一種弱電解質。中性 = _____、鹼性 = _____。

2. 用途：

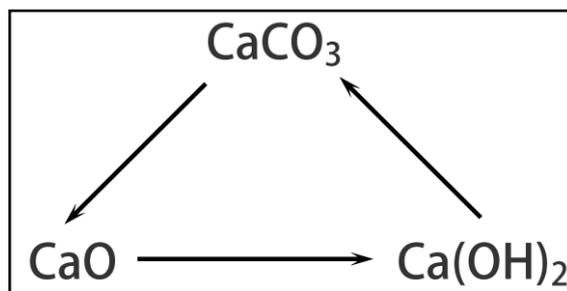
- (1) 與硫酸作用，生成硫酸銨 ()，簡稱硫銨，俗稱肥田粉，為重要的農業用肥料。
- (2) 濃氨水稀釋後可供家庭作清潔劑使用，也具有殺菌作用。
- (3) 氨水可作為急救時的____，使昏迷的人甦醒，也可治蟲咬消腫(中和_____)。
- (4) 氨與二氧化碳可以製造尿素_____。

3. 檢驗：與 HCl 反應，會生成白色的 NH₄Cl 固體微粒，呈現白煙狀。

氫氧化鈣 () 俗稱_____。

1. 製造：以灰石(主要成分為____)在石灰窯中加熱到約 800°C，會先分解成____和____(俗稱石灰)。再將石灰加____，則生成鹼性的氫氧化鈣溶液。

反應式：



2. 性質：

- (1) 呈現強鹼性，是工業上最____的強鹼。
- (2) Ca(OH)₂ 俗稱熟石灰，其水溶液俗稱石灰水。
- (3) CaO 俗稱石灰或生石灰，有容易吸收水氣的特性，故常作為食品包裝內的乾燥劑。常加在檳榔中，但是石灰的鹼性可是會傷害口腔，容易引起細胞病變，嚴重將會引發口腔癌。

3. 檢驗：石灰水遇到____，會生成白色的____沉澱，使溶液混濁。

4. 整理：

學名	氧化鈣	氫氧化鈣	碳酸鈣
俗名	生石灰、石灰	熟石灰	石灰石、灰石
化學式	CaO	Ca(OH) ₂	CaCO ₃



HOMEWORK

單選

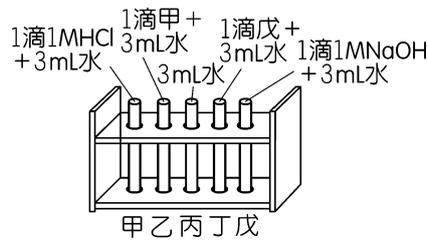
1. () 昱翔不小心將洗廁所的鹽酸打翻在大理石地板上，產生了某種氣體，關於此氣體的性質不正確的為下列何者？
(A)會造成溫室效應 (B)大理石中含有此種氣體分子 (C)此氣體溶於水中形成的水溶液為電解質 (D)此氣體溶於石灰水中形成白色混濁
2. () 下列有關鹽酸、硫酸、硝酸的特性，何者錯誤？
(A)濃硫酸有脫水性，純硫酸為無色、油狀、密度比水大的液體 (B)銅和稀硝酸可產生紅棕色的 NO_2 (C)市售的鹽酸和硝酸，外觀可能都是黃色，此乃因為市售的鹽酸中含有微量的鐵離子 (D)硝酸會自行分解出 NO_2 氣體
3. () 下列那一種酸，常以棕色玻璃瓶盛裝？
(A)硫酸 (B)鹽酸 (C)醋酸 (D)硝酸
4. () 下列那些不是鹼性水溶液的共同特性？
(A)能使石蕊試紙成藍色 (B)與碳酸鈣反應，可產生 CO_2 氣體 (C)可溶解油脂 (D)是一種電解質
5. () 有關氫氧化鈉的敘述：(甲)可吸收水而潮解(乙)可吸收二氧化碳而生 Na_2CO_3 (丙)其水溶液可使石蕊試紙變紅色(丁)因有毒性，故叫燒鹼。以上那些正確？
(A)(甲)(乙) (B)(丙)(丁) (C)(甲)(乙)(丁) (D)(甲)(乙)(丙)(丁)
6. () 醋、肥皂、石灰、牙膏、酒精、草木灰等物質溶於水成鹼性的共有幾種？
(A)2種 (B)3種 (C)4種 (D)5種
7. () 以吸管對試管內的澄清石灰水溶液緩慢吹氣至溶液變成混濁，並且有白色沉澱附著於試管壁。這些白色沉澱是碳酸鈣，不溶於水。若要洗淨該試管，應使用下列溶液中的那一種？ (A)濃肥皂水 (B)酒精 (C)氫氧化鈉 (D)稀鹽酸
8. () 下列何者不是鹼性溶液的共同性質？
(A)使石蕊試紙由紅變藍 (B)可溶解脂肪或油 (C)與碳酸鈣反應可產生二氧化碳氣體 (D)摸起來具有滑膩感
9. () 工業鹽酸常含有 Fe^{3+} 而呈現微黃色，若某工業鹽酸中 H^+ 與 Cl^- 的個數比為91：94，那 Fe^{3+} 與 Cl^- 的個數為？ **【大陸奧賽全國賽題】**
(A)1:1 (B)1:3 (C)91:94 (D)1:94
10. () 小華取食鹽、小蘇打、方糖三種白色的物質，觀察其固體在滴入數滴濃硫酸後的反應，並另將此三種物質配製成水溶液後，觀察其導電性與加入酚酞指示劑後的變化。表(一)為小華的實驗紀錄，依據此表判斷甲、乙、丙分別為何種物質？ **【97基測2】**
(A)甲為方糖、乙為食鹽、丙為小蘇打 (B)甲為方糖、乙為小蘇打、丙為食鹽
(C)甲為食鹽、乙為小蘇打、丙為方糖 (D)甲為小蘇打、乙為方糖、丙為食鹽
11. () 某水溶液滴在大理石地板上，會產生二氧化碳氣體，所以它是屬於何種性質？
(A)酸性 (B)中性 (C)鹼性 (D)無法判斷

表(一)

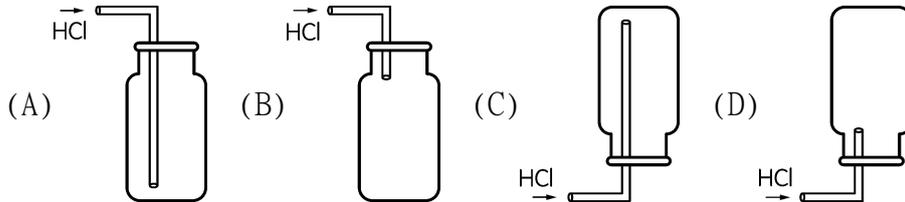
實驗 物質	滴入 濃硫酸	水溶液的 導電性	水溶液 加入酚酞
甲	變黑色	不可導電	呈無色
乙	不變色	可導電	呈無色
丙	產生氣泡	可導電	呈粉紅色

常見酸與鹼

12. () 關於鹽酸的敘述，何者錯誤？
 (A) 具有刺鼻味的無色液體 (B) 對眼睛及皮膚有刺激性，應避免碰觸 (C) 工業用的鹽酸不純，故呈微黃色 (D) 是液態的氯化氫
13. () 檢驗二氧化碳氣體，可用何種物質的水溶液？
 (A) 氫氧化鈉 (B) 氫氧化鈣 (C) 氨 (D) 硝酸
14. () 某含氧酸化學式 H_nXO_{2n-1} ，該酸受熱分解的氧化物化學式可能是？
 (A) XO (B) XO_2 (C) X_2O_3 (D) XO_3 【大陸奧賽全國賽題】
15. () (甲)胃液(乙)氨水(丙)尿(丁)血液；上述溶液那些是酸性？
 (A) (甲)(乙) (B) (甲)(丙) (C) (乙)(丙) (D) (乙)(丁)
16. () 下列各種酸（足量），何者可將黃銅（銅和鋅的合金）完全溶解？
 (A) 稀硝酸 (B) 稀硫酸 (C) 稀醋酸 (D) 稀鹽酸
17. () 有關酸與其他物質的反應，何者錯誤？
 (A) 可使廣用試紙呈藍色 (B) 和鋅作用產生氫氣 (C) 酸可和氫氧化鈉發生中和作用 (D) 酸可和碳酸鹽作用產生二氧化碳
18. () 下列何種物質碰到氨氣會變成藍色？
 (A) 乾燥的氯化亞鈷試紙 (B) 潮濕石蕊試紙 (C) 乾燥石蕊試紙 (D) 乾燥的廣用試紙
19. () 相同濃度時，鹼性最強的是下列何者溶液？
 (A) $NaOH$ (B) $Ca(OH)_2$ (C) NH_4OH (D) $NaCl$
20. () 將全新的濃硫酸藥瓶開蓋後未關上，一段時間後，下列性質何者錯誤？
 (A) 質量變大 (B) 重量百分濃度變小 (C) 離子變少 (D) 比未開蓋時酸性增加
21. () 關於氨的性質，下列何者正確？(A)無色無味無臭 (B)易溶於水，水溶液屬電解質 (C)純液態氨即為氨水 (D)氨水呈弱酸性
22. () 關於酸鹼之敘述，下列何者錯誤？
 (A) 能解離 H^+ 為酸 (B) OH^- 解離能力愈強者，鹼性愈強 (C) 溶液中 H^+ 與 OH^- 濃度相等，則呈中性 (D) 水不會解離
23. () (甲) HCl (乙) $NaCl$ (丙) $CaCO_3$ (丁) $NaOH$ ；上列那些物質不可直接觸摸以免腐蝕肌膚？
 (A) (甲)(丁) (B) (甲)(乙)(丙) (C) (甲)(乙)(丁) (D) (甲)(乙)(丙)(丁)
24. () 氫氧化鈉吸收空氣中的水與二氧化碳而變質，下列何者可能是其變質後的產物？
 (A) 氯化鈉 (B) 硫酸鈉 (C) 碳酸氫鈉 (D) 碳酸氫鈣
25. () 下列有關石灰的敘述，何者正確？
 (A) 石灰是酸性的，作為檳榔的佐料可消滅口腔內的細菌 (B) 石灰含有鈣，因此吃檳榔可補充鈣質，有益健康 (C) 石灰水可用於檢驗二氧化氮 (D) 石灰可用作建築材料，抹牆壁
26. () 有關圖中五支試管的實驗，何項錯誤？
 (A) 投入鐵釘時，產生氣體最快的是甲 (B) 能使廣用試紙呈綠色的是丙 (C) pH值最低的是戊 (D) 若把鎂帶、鐵釘分別投入甲試管中，則投入鎂帶時產生氣泡的速率較快。



27. () 氯化氫是易溶於水比空氣重的氣體，在實驗室中製造時無法以排水集氣法收集，試問以集氣瓶直接收集該氣體時，下列方法何者效果最好？



28. () 如圖(十四)之實驗裝置，甲錐形瓶內充滿特定氣體，乙錐形瓶內充滿空氣，兩錐形瓶之連接管中充入一滴水銀。實驗時，以針筒注入一滴水於甲錐形瓶後，將針筒取出。若實驗過程均為密閉狀態，在 20°C 下，發現連接管中的水銀明顯向左移動，則甲錐形瓶最可能盛裝下列何種氣體？(A) NH_3 (B) N_2 (C) H_2 (D) O_2



圖(十四)

【98 基測 1】

29. () 李小杰做了三個實驗：(甲)在汽水加食鹽並攪拌，產生氣體甲(乙)在檸檬汁中放入一段鎂帶，產生氣體乙(丙)雙氧水加入二氧化錳，產生氣體丙。則下列那一項是正確的？

(A) 氣體甲使蠟燭燃燒更旺盛 (B) 氣體乙點火時有爆鳴現象 (C) 氣體丙通入水中其水溶液使藍色石蕊試紙變紅 (D) 三種氣體皆比空氣重

30. () 有一種健康食品「醋蛋」，是將雞蛋洗淨，浸泡於食醋中，數日後蛋殼溶解了，再將蛋膜取出後，攪拌均勻便可得醋蛋。在製作過程中，會有氣泡產生，則此氣泡與下列那一種氣體相同？

(A) 水沸騰時，所產生氣泡中的氣體 (B) 雙氧水加二氧化錳所產生的氣體 (C) 鹽酸滴到大理石產生的氣體 (D) 鎂帶加鹽酸所得的氣體

31. () 有關實驗常用化學性質之描述，下列那組皆不正確？(甲)氨水是氨溶於水形成的純物質(乙)石灰的化學式為 CaCO_3 ，溶於水中形成石灰水(丙)濃硫酸具有強烈的脫水性(丁)氫氧化鈉水溶液可溶解油脂。

(A)(甲)(乙) (B)(甲)(丁) (C)(丙)(丁) (D)(乙)(丙)

32. () 有關常用酸鹼的說明，何者正確？

(A) 如果不小心沾到酸，應迅速以氨水中和 (B) 稀釋濃硫酸，應把水緩緩倒入濃硫酸 (C) 氫氧化鈉置於空氣中，不會產生化學反應而變質 (D) 硝酸應以深色的瓶子盛裝，以防止光線照射產生二氧化氮

33. () 以下有關酸、鹼類的性質，何者正確？

(A) 濃硫酸具有很強的脫水性 (B) 鹽酸中只有 H^+ 及 HCl 存在 (C) 氫氧化鈉俗稱苛性鈉，是一種強酸 (D) 硝酸常呈黃色是因為其內常含鐵離子

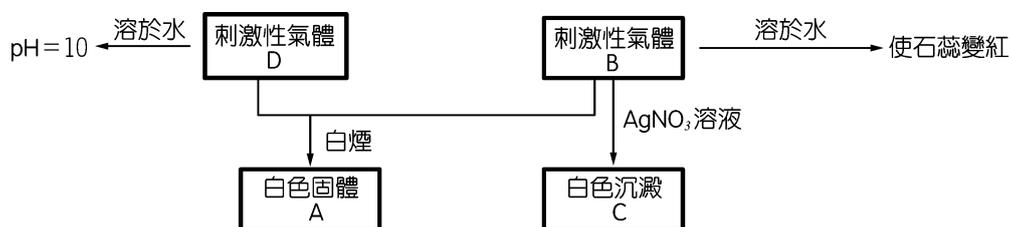
34. () 根據下列X、Y、M、N四種物質的解離情況，何者可以確定屬於鹼類？

(A) $\text{X} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ (B) $\text{Y} \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ (C) $\text{M} \rightarrow 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (D) $\text{N} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

35. () 下列何項事實，可以令吾人確定某化合物為鹼的依據？
 (A) 能與酸反應生成水和鹽 (B) 能使酚酞試液呈現紅色 (C) 加熱分解生成氧化物和水
 (D) 解離出的陰離子全部是氫氧根離子
36. () 下列哪些現象只與空氣中的水蒸氣有關？(A) 固體燒鹼要密閉存放 (B) 濃硫酸暴露於空氣中會變重、濃度變稀 (C) 乾冰旁會產生白煙 (D) 銅長期放在空氣中會產生銅綠，化學式 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。【複選，大陸奧賽全國試題】
37. () 下列藥品：(甲) 燒鹼 (乙) 氨水 (丙) 濃鹽酸 (丁) 濃硫酸，開口放置於空氣中，經過一段時間後，藥品質量增加的有那些？
 (A) (甲)(乙) (B) (丙)(丁) (C) (甲)(丁) (D) (乙)(丙)

題組：

1. 如圖是A、B、C、D物質間相互反應的關係圖及有關實驗現象，則：



- () (1) B、D兩氣體的水溶液pH值大小次序為何？
 (A) $B > D$ (B) $D > B$ (C) $B = D$ (D) 無法確定
- () (2) 如圖，由 $B + \text{AgNO}_3$ 水溶液 \rightarrow 白色沉澱C，下列敘述何者錯誤？
 (A) B氣體溶於水，必解離出 Cl^- (B) B氣體的水溶液俗稱為鹽酸 (C) C沉澱必為 AgCl
 (D) C沉澱必為 Ag_2SO_4
- () (3) 如圖，A、B、C、D四種化合物分別為何？
 (A) NH_4OH ， HCl ， NH_3 ， AgCl (B) HCl ， NH_3 ， AgCl ， NH_4Cl (C) NH_4Cl ， NH_3 ， HCl ， AgCl
 (D) NH_4Cl ， HCl ， AgCl ， NH_3

解答：



酸鹼的濃度

容積莫耳濃度

1. 定義：每公升溶液中所含的溶質莫耳數。
2. 公式：

3. 單位：_____、_____。

EX：葡萄糖 9g 配成 200 毫升的水溶液，濃度為若干 M？

EX：氫氧化鈉 60g 配成 1250ml 的水溶液，濃度為若干 M？

EX：0.5M 的硫酸溶液 400 毫升，

求：(1)含硫酸幾莫耳？

(2)含硫酸幾克？

Q：重量百分濃度 98% 的濃硫酸，密度

1.84g/cm^3 ，換算成莫耳濃度約為多少 M？

純水的解離與水溶液的酸鹼性

1. 雖然水為非電解質，但是仍能解離出微量的氫離子與氫氧根離子，常溫(25°C)下，1 公升的水約有 55.56 莫耳，但是其中只有 10^{-7} 莫耳 (0.0000001 莫耳) 的水解離成 10^{-7} 莫耳的氫離子與 10^{-7} 莫耳的氫氧根離子。
2. 溶液中，**氫離子莫耳濃度的指數的負數即為 pH 值**。
EX：某溶液中，氫離子濃度為 10^{-2}M 時，其 pH 值則為_____。
3. 純水中的氫離子濃度為 10^{-7}M ，故其 pH 值為 7，為_____性。
4. pH 值_____7 者則為**鹼性**，**且 pH 值越大者鹼性越強**。
5. pH 值_____7 者則為**酸性**，**且 pH 值越小者酸性越強**。
6. 由上可知，純水中的 $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \text{_____M}$ 。
7. 在 25°C 時，**任何水溶液中氫離子濃度與氫氧根離子濃度的乘積固定為 10^{-14}M^2** 。
其計算式為： $[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-7}(\text{M}) \times 10^{-7}(\text{M}) = 10^{-14}(\text{M}^2)$ 。
EX：若有一杯水溶液的 $[\text{H}^+] = 10^{-10}\text{M}$ ，則 $[\text{OH}^-] = \text{_____M}$ 。
8. 純水是中性的，因此若在純水中加入中性物質，則 pH 值_____。
9. 承上，加入酸性物質可以增加_____的濃度，因此 pH 值_____。
10. 承上，加入鹼性物質可以增加_____的濃度，因此 pH 值_____。
11. pH 減少 1，則 $[\text{H}^+]$ 濃度差_____倍，更酸！

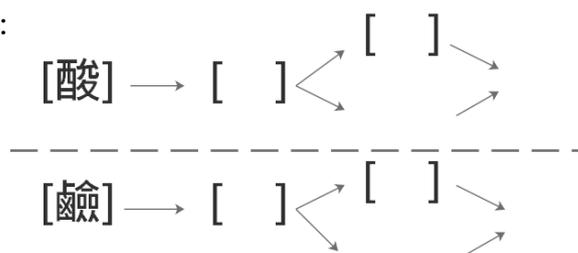
純水加入的物質	$[\text{H}^+]$ 的變化	$[\text{OH}^-]$ 的變化	$[\text{H}^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 兩者關係	酸鹼性變化
NaCl、KCl 等	不變	不變	$[\text{H}^+] = 10^{-7}\text{M} = [\text{OH}^-]$	=7
HCl、 HNO_3 等	變大	變小	$[\text{H}^+] > 10^{-7}\text{M} > [\text{OH}^-]$	<7
NaOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等	變小	變大	$[\text{H}^+] < 10^{-7}\text{M} < [\text{OH}^-]$	>7

pH 值詳述 《補充》

1. 規則 (在 25°C 時) :

$$\begin{cases} [H^+] \times [OH^-] = \\ pH + pOH = \end{cases}$$

2. 推導 :



題型一

PH 值的基本換算 :

(1) $[H^+] = 10^{-3}M$	$[OH^-] = [] M$	pH 值 = $[]$	pOH 值 = $[]$
(2) $[H^+] = [] M$	$[OH^-] = 10^{-6}M$	pH 值 = $[]$	pOH 值 = $[]$
(3) $[H^+] = [] M$	$[OH^-] = [] M$	pH 值 = 4	pOH 值 = $[]$
(4) $[H^+] = [] M$	$[OH^-] = [] M$	pH 值 = $[]$	pOH 值 = 5
(5) $[H^+] = 10M$	$[OH^-] = [] M$	pH 值 = $[]$	pOH 值 = $[]$
(6) $[H^+] = [] M$	$[OH^-] = [] M$	pH 值 = 0	pOH 值 = $[]$

題型二

PH 值和POH 值的範圍 :

1. $[H^+] = 2 \times 10^{-6}M$: (1) $[OH^-] = [] M$; (2) pH 值的範圍為 $[]$, (3) pOH 值的範圍為 $[]$;	2. $[H^+] = 5 \times 10^{-7}M$: (1) $[OH^-] = [] M$; (2) pH 值的範圍為 $[]$, (3) pOH 值的範圍為 $[]$;
3. $[OH^-] = 4 \times 10^{-1}M$: (1) $[H^+] = [] M$; (2) pH 值的範圍為 $[]$, (3) pOH 值的範圍為 $[]$;	4. $[OH^-] = 2.5 \times 10^{-1}M$: (1) $[H^+] = [] M$; (2) pH 值的範圍為 $[]$, (3) pOH 值的範圍為 $[]$;
5. $[OH^-] = 5 \times 10^{-9}M$: (1) $[H^+] = [] M$; (2) pH 值的範圍為 $[]$, (3) pOH 值的範圍為 $[]$;	6. $[H^+] = 4 \times 10^{-10}M$: (1) $[OH^-] = [] M$; (2) pH 值的範圍為 $[]$, (3) pOH 值的範圍為 $[]$;

題型三

原子量：Na=23、Ca=40、N=14、Cl=35.5、S=32、K=39、Mg=24

<p>1.將 0.4 克氫氧化鈉加水溶解成 10 升： (1)$[\text{OH}^-]$ = 【 】 M； (2)$[\text{H}^+]$ = 【 】， (3)pH 值 = 【 】；</p>	<p>2.將 2.45 克的硫酸加水溶解成5公升： (1)$[\text{H}^+]$ = 【 】， (2)pH 值 = 【 】；</p>
<p>3.將0.98克的硫酸加水溶解成2升： (1)$[\text{H}^+]$ = 【 】， (2) pH 值 = 【 】；</p>	<p>4.將 0.74 克氫氧化鈣加水溶解成 200 毫升： (1)$[\text{H}^+]$ = 【 】， (2)pH 值 = 【 】；</p>
<p>5.將1.26克的硝酸加水溶解成20升： (1)$[\text{OH}^-]$ = 【 】， (2) pH 值 = 【 】；</p>	<p>6.將0.73克的鹽酸加水溶解成 20升： (1)$[\text{H}^+]$ = 【 】， (2)$[\text{OH}^-]$ = 【 】；</p>

題型四

稀釋

<p>1.將 0.1M氫氧化鈉50毫升稀釋成5升 (1)$[\text{OH}^-]$ = 【 】， (2)$[\text{H}^+]$ = 【 】；</p>	<p>2.pH=12 的氫氧化鈉 40 毫升稀釋成 2升： (1)稀釋後的$[\text{H}^+]$ = 【 】， (2)稀釋後的POH = 【 】；</p>
---	---

酸鹼濃度與 pH 值

3.將 0.5M 硫酸 40 毫升，稀釋成 100 毫升：

(1) $[\text{OH}^-] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ，

(2) $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

4.將 PH=1 的硫酸 200 毫升稀釋成 5 升：

(1) 稀釋後的 $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ，

(2) 稀釋後的 pOH = $\text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

5.將 0.05M 氫氧化鋇 40 毫升稀釋成 4 升：

(1) $[\text{OH}^-] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ，

(2) $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

6.將 PH=11 的氫氧化鈣 10 毫升稀釋成 1 升：

(1) 稀釋後的 $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ，

(2) 稀釋後的 pOH 值 = $\text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

題型五 混合

(1) 將 0.02M 硝酸 40 毫升和 0.01M 硫酸 60 毫升混合，混合後 $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

(2) 將 0.02M 硫酸 40 毫升和 0.01M 鹽酸 10 毫升混合，混合後的 $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

(3) 將 pH=13 氫氧化鈣 100 ml 和 0.2M 氫氧化鈉 400 ml 混合，混合後 $[\text{OH}^-] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

(4) 將 0.2M 氫氧化鉀 40 毫升和 0.5M 氫氧化鈉 60 毫升混合，混合後 $[\text{OH}^-] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

(5) 將 pH=2 的硝酸 200 毫升和 pH=3 的鹽酸 300 毫升混合，混合後 $[\text{H}^+] =$

(6) pH=1 的硝酸 100 毫升和 0.4M 的鹽酸 400 毫升混合，混合後 $[\text{H}^+] = \text{【 } \quad \quad \quad \text{】}$ ；

pH 總結

1. 定義：一般以「pH 值」表示水溶液的酸鹼性。

(1) 「pH 值」表示氫離子濃度的大小， $[H^+] = 10^{-1}M$ 時，pH 值 = 1； $[H^+] = 10^{-2}M$ 時，pH 值 = 2，以此類推。

(2) 純水： $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}M$ ，pH 值 = 7；酸性物質： $[H^+] > 10^{-7}M > [OH^-]$ ，pH 值 < 7 ；鹼性物質： $[H^+] < 10^{-7}M < [OH^-]$ ，pH 值 > 7 。

(3) pH 值越小代表酸性越強；同理，pH 值越大代表鹼性越大。

(4) 可以是小數、整數或負數（**最小約在 -1 ~ -2 之間**）。【重要！】

EX：若 $[H^+] = 2 \times 10^{-3}M$ ，則 pH 值應該_____。【算法請記起來！重要！】

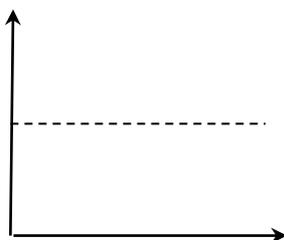
EX：若 $[H^+] = 8 \times 10^{-9}M$ ，則 pH 值應該_____。

(5) pOH 值：【課外補充！】

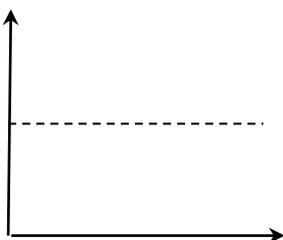
(6) 必背的物質：____性 → 牛奶、尿液。____性 → 血液、海水。

(7) 酸、鹼稀釋與混合的 pH 圖形：

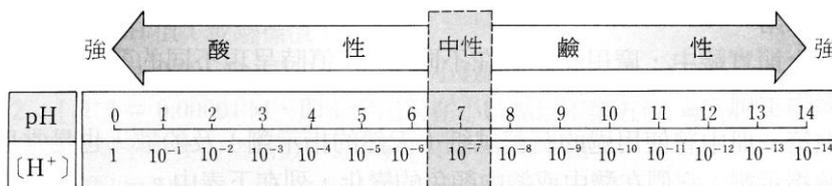
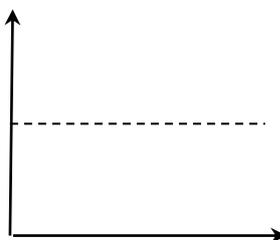
a. 酸性溶液加水



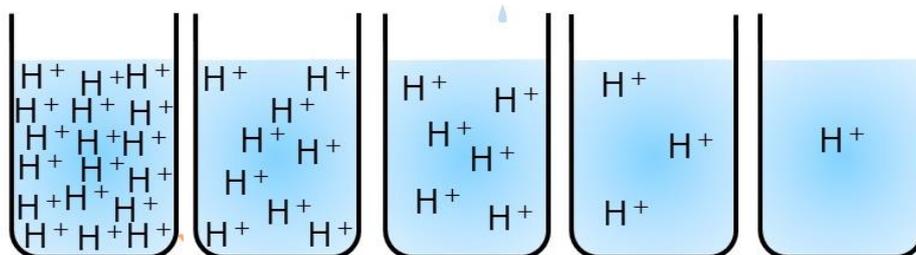
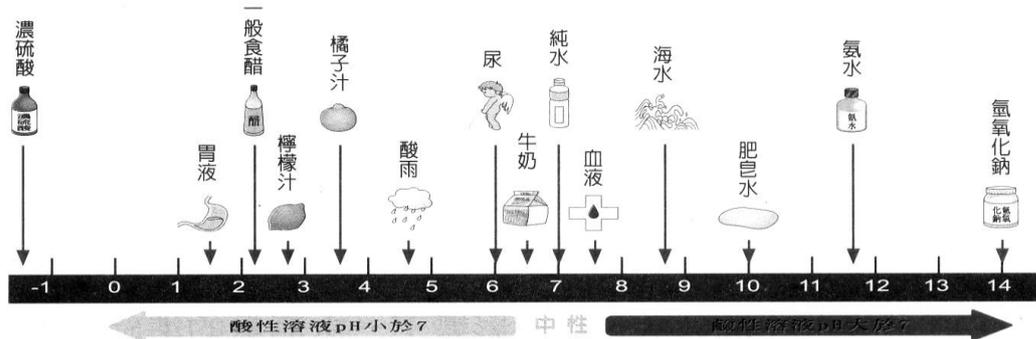
b. 鹼性溶液加水



c. 酸加鹼



圖(二) 水溶液的酸鹼性與 pH 值的關係



常見的酸鹼指示劑

1. 植物酸鹼指示劑：

植物	原本顏色	在酸中	在鹼中
蝶豆花	藍色	紫色	藍綠色
紫甘藍	紫色	紅色	綠色
紅鳳菜	紫色	紅色	藍綠色
牽牛花	紫色	紅色	藍色
胡蘿蔔	紫色	紅色	綠、黃
南瓜花	黃色	無色	黃色

註：石蕊也是天然植物指示劑喔！

2. 實驗室常用酸鹼指示劑：

指示劑	在酸中	在鹼中	pH 變色範圍(不用背)
石蕊試紙	___色	___色	4.5~8.3
酚酞指示劑	___色	___色	8.3~10.0
酚紅指示劑	___色	___色	6.4~8.2

3. 廣用試紙變色，酸性：___ → ___ → ___；中性：___；鹼性：___ → ___。

4. pH 計：實驗室中常用的準確儀器，也稱 pH 儀，可準確到小數點後兩位。



中文名稱	英文名稱	變色範圍	顏色變化
甲基紅	Methyl red	4.4-6.2	紅-黃橙
甲基橙	Methyl orange	3.1-4.4	紅-黃橙
甲基黃	Methyl yellow	2.9-4.0	紅-黃橙
甲基綠	Methyl green	0.1-2.3	黃-藍
甲基紫	Methyl violet	0.1-2.7	黃-紫
溴瑞香草藍	Bromothymol blue	6.0-7.6	黃-藍
酚紅	Phenol red	6.4-8.2	黃-紅
酚酞	Phenolphthalein	8.2-9.8	無-紅

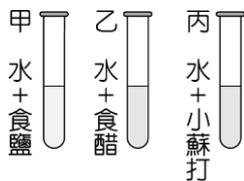
HOMWORK

單選題：

- () 下列有關 pH 值的敘述，何者錯誤？(A) pH 值是用來表示水溶液的酸鹼性 (B) pH 值隨著水溶液中的氫離子莫耳濃度增加而減少 (C) pH 值愈高，表示水溶液的酸性愈強 (D) 在 25 °C 時，中性水溶液的 pH 值是 7
- () 患有「胃酸過多症」的患者，即使空腹也會大量分泌胃酸(HCl)，使胃液的 pH 值在___左右，並引起胃灼熱或胃痛等症狀。此時，可服用胃藥，胃藥中的成分如碳酸氫鈉，能與胃酸發生中和反應，使胃液的 pH 值暫時___，並緩解胃灼熱及胃痛等症狀。上述畫線處，依序應填入下列何者才比較合理？ [110]
(A) 1~2；上升到 5~7 (B) 8~9；下降到 5~6 (C) 7~8；上升到 8~9 (D) 3~4；下降到 1~2

酸鹼濃度與 pH 值

3. () 阿德要從四杯水溶液中找出一杯鹼性的水溶液。其已知的測試結果如下列敘述。由此可確定那一杯水溶液是鹼性的？(A)加入酚酞呈粉紅色 (B)加入食鹽水有沉澱物 (C)加入石蕊試紙呈紅色 (D)溶液能導電
4. () 下列三種濃度相同的水溶液：甲、洗衣肥皂，乙、胃液，丙、橘子汁，比較其pH值(依大小排列)，下列何者正確？(A)甲>乙>丙 (B)甲>丙>乙 (C)丙>乙>甲 (D)乙>丙>甲
5. () 下列何者可使廣用試紙呈藍紫色？(A)阿摩尼亞水 (B)礦泉水 (C)米酒 (D)牛奶
6. () 大介準備了甲、乙、丙三根試管，試管內均裝有無色的水溶液，其內容物如圖所示。已知水溶液酸鹼性對甘藍菜汁的顏色變化如表所示，取紫甘藍菜汁分別滴入甲、乙、丙後，各試管溶液顏色依序為何？【100基測 I】
- (A)紫色、紅色、綠色 (B)紫色、綠色、紅色 (C)綠色、紅色、紫色 (D)紅色、綠色、紫色。

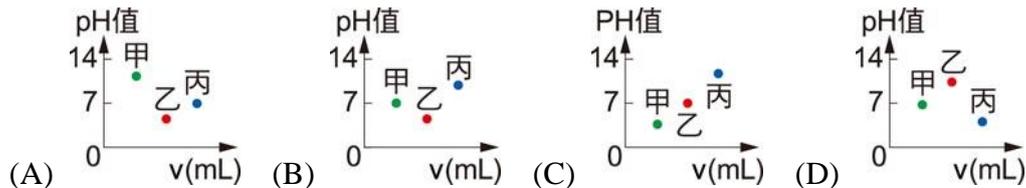


水溶液酸鹼性	紫甘藍菜汁顏色
酸性	紅色
中性	紫色
鹼性	綠色

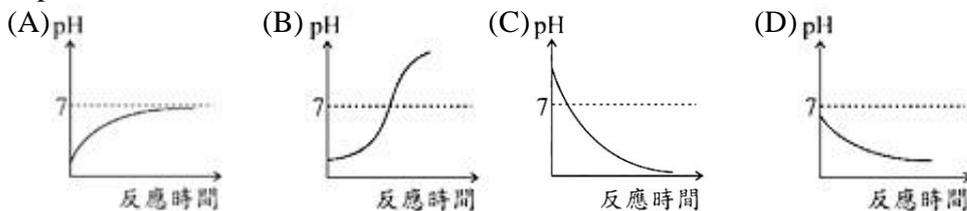
7. () 小李去郊遊，正巧碰到下雨，他就收集一瓶雨水帶回學校進行雨水酸鹼性的研究，他應該使用下列何種試劑？(A)廣用試紙 (B)食鹽水 (C)石灰水 (D)氯化亞鈷試紙
8. () 二氧化硫水溶液的pH值為何？(A)大於7 (B)等於7 (C)小於7 (D)視溶液的濃度而定
9. () 25°C時，下列各0.5M的溶液中，何者的氫離子濃度大於氫氧離子濃度？(A)糖水 (B)氯化氫 (C)氫氧化鈉 (D)氨
10. () 純水中加入肥皂時，水溶液中離子濃度的改變，何者正確？(A)氫離子濃度變大，氫氧根離子濃度變小 (B)氫離子和氫氧根離子濃度均變大 (C)氫離子濃度變小，氫氧根離子濃度變大 (D)溶液的pH<7
11. () 若將 2 M、1 公升之葡萄糖溶液加水稀釋成 2 公升之葡萄糖溶液，則此溶液稀釋前後，下列何種數值會改變？(A)葡萄糖分子之個數 (B)葡萄糖分子之質量 (C)葡萄糖分子之莫耳數 (D)葡萄糖溶液之濃度 【96 基測 1】
12. () 下列是常吃的水果，那一種的pH值最小？(A)西瓜 (B)蘋果 (C)香蕉 (D)檸檬
13. () 阿偉將各放有鎂和硫的兩燃燒匙分別點火，然後各放入甲、乙兩充滿氧氣的瓶中繼續燃燒。待火焰熄滅後，分別加入少量的水，充分搖盪後，在室溫時，甲、乙兩瓶水溶液的pH值，下列何者正確？(A)甲瓶 pH 值大於 7，乙瓶 pH 值大於 7 (B)甲瓶 pH 值大於 7，乙瓶 pH 值小於 7 (C)甲瓶 pH 值小於 7，乙瓶 pH 值小於 7 (D)甲瓶 pH 值小於 7，乙瓶 pH 值大於 7 【96 基測 1】
14. () 常溫常壓下，莫耳濃度2M的食鹽水500ml，則pH值為？(A) 2×10^{-7} (B) 2×10^{-6} (C) 2 (D) 7
15. () 廣用試紙測試某種溶液呈現出不同的顏色，如果廣用試紙測試某溶液呈現藍色，則可推知其為下列何種水溶液？(A) Na_2CO_3 (B) HCl (C) CH_3COOH (D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
16. () 純水中含有何離子？(A)金屬離子 (B)非金屬離子 (C) H^+ 與 OH^- (D)不含任何離子

酸鹼濃度與 pH 值

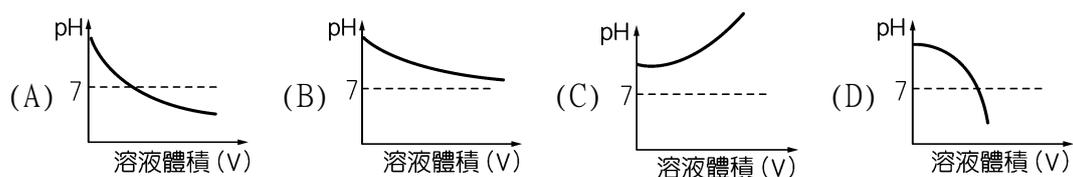
17. () 下列敘述何項錯誤？ (A) 酸性溶液中只含有 H^+ ，鹼性溶液中只有 OH^- (B) 中性溶液中含等濃度的 H^+ 及 OH^- (C) 在鹼性溶液中 H^+ 與 OH^- 共存，但 OH^- 離子 $>$ H^+ 離子 (D) 純水為極弱電解質
18. () 下列那一個敘述中，所有溶液的 pH 皆小於 7？ (A) 胃液、肥皂水、牙膏 (B) 海水、牛奶、肥皂水 (C) 胃液、檸檬汁、尿液 (D) 濃硫酸、純水、氨水
19. () 關於 pH 值之敘述，下列何者錯誤？ (A) 酸之 pH 值小於 7 (B) 酸加水稀釋後，pH 值大於 7 (C) 水加入食鹽對 pH 值無影響 (D) $25^\circ C$ 時，純水之 pH 值為 7
20. () 有三種不同的液體，甲為 10 mL 的蒸餾水，乙為 20 mL 的檸檬汁，丙為 30 mL 的小蘇打水。下列何者最適合表示三種液體的性質？【96 基測 1】



21. () 純水、鹽酸、碳酸鈉水溶液，下列哪一種方法可以區分此三種物質？【96 基測 2】
 (A) 通入直流電，觀察是否能導電 (B) 加入鋅片，觀察是否有氣泡產生 (C) 以廣用試紙測試，觀察試紙的顏色變化 (D) 加入白色硫酸銅粉末，觀察液體的顏色變化
22. () 下列有關 pH 值的敘述，何者錯誤？
 (A) pH 值是用來表示水溶液的酸鹼性 (B) pH 值隨著水溶液中的氫離子莫耳濃度增加而減少 (C) pH 值愈高，表示水溶液的酸性愈強 (D) 在 $25^\circ C$ 時，中性水溶液的 pH 值是 7
23. () 已知氫離子的體積莫耳濃度 $[H^+]$ 與 pH 值的關係為：若 $pH=a$ ，則 $[H^+]=10^{-a}M$ 。今有鹽酸與醋酸，其濃度、體積、 $[H^+]$ 和 pH 值如表(五)。表中數據 m、n、X、Y 的比較，何者正確？【97 基測 2】
- | | 濃度 (M) | 體積 (mL) | $[H^+]$ | pH 值 |
|----|--------|---------|---------|------|
| 鹽酸 | 0.1 | 200 | m | X |
| 醋酸 | 0.1 | 300 | n | Y |
- (A) $m > n, X > Y$ (B) $m > n, X < Y$
 (C) $m < n, X < Y$ (D) $m < n, X > Y$
24. () 取相同質量的下列各溶質，溶解成同體積水溶液，則何者的 pH 值最大？(H=1, O=16, Na=23, K=39, Cl=35.5, Ca=40) (A) NaOH (B) KOH (C) HCl (D) $Ca(OH)_2$
25. () 將鋅粉投入裝有酸性水溶液的試管中，發現管內有大量氫氣湧出，持續觀察試管內的變化，直至氣泡不再產生，仍見有少許鋅粉殘留在試管底部。在整個反應過程中，該水溶液的 pH 值變化應為下列哪一項圖示？【97 基測 1】



26. () 下列那一圖形可表示 1M 的氫氧化鈉溶液加水稀釋時，pH 值變化情形？



酸鹼濃度與 pH 值

27. () 把濃硫酸滴到氯化鈉的晶體上，所生成的氣體，溶解在水中，取其溶液分別滴加入下列四種不同的指示劑，所呈顏色如表所示，可推測該溶液 pH 值在下列中何項最為合理？
 (A)1 (B)2 (C)3 (D)5

指示劑名稱	顏色改變的 pH 值範圍	滴加後所呈顏色
甲	(紅)1.2~2.8 (黃)	黃色
乙	(紅)4.0~6.0 (黃)	紅色
丙	(無)8.5~9.0 (紅)	無色
丁	(黃)6.0~7.6 (藍)	黃色

28. () 有三種未標示之無色溶液甲、乙、丙，已知這三種溶液各為酸、鹼及酚酞。若取少量的甲、丙混合或乙、丙混合，皆為無色。則甲、乙混合為何種顏色？ (A)無色 (B)紅色 (C)藍色 (D)無法推斷
29. () 在水溶液中，常用 pH 值來表示氫離子濃度的大小，以說明酸性的強弱。在相同溫度下，當 pH 值增加 1 時，表示相同體積的水溶液中，氫離子的數量變為原來的幾倍？
 (A) 1 (B) 10 (C) $\frac{1}{10}$ (D) $\frac{1}{100}$ 【96 基測 2】

pH 6.2±1
鈣(Ca) 1.0ppm
氯(Cl) 0.1ppm
鈉(Na) 1.0ppm
圖(四)

30. () 某運動飲料的標示內容如圖(四)所示。若將該瓶飲料倒出一半，則瓶中剩餘飲料的性質與未倒出前比較，下列何者正確？【97 基測 1】
 (A)密度變為一半 (B)pH 值變為一半
 (C)氯離子莫耳數變為一半 (D)鈉離子濃度變為 0.5ppm
31. () 如果用廣用試紙測定白醋的 pH 值時，先將試紙用蒸餾水濕潤後，再把白醋滴在試紙上，則測得的 pH 值與白醋實際的 pH 比較，何者正確？
 (A)前者大 (B) 後者大 (C)兩者相等 (D)難以判定 【大陸奧賽河北試題】
32. () 如果被蚊蟲叮咬後，可以塗下列何者來減輕疼痛感？
 (A)食醋 (B) 牙膏 (C)食鹽水 (D)肥皂水 【複選，大陸奧賽全國賽題】
33. () 「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？ 【103 會考】
 (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⁻]

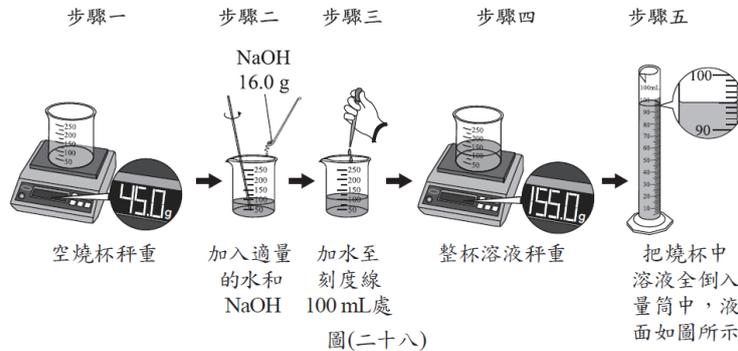
34. () 雜誌上的一篇報導如下： 【108 會考】
 「海水因二氧化碳等非金屬氧化物的增加而酸化，嚴重影響珊瑚和其他分泌碳酸鈣的海洋
 (一)
生物生存。因海水氫離子的濃度增加，這些海洋生物的碳酸鈣外殼可能會遭到分解。」

- (二)
 關於此報導畫底線處內容的判斷與解釋，下列何者正確？
 (A)第(一)句合理，因為這些氧化物溶於海水中會使海水 pH 值增加
 (B)第(一)句不合理，因為這些氧化物溶於海水中會使海水 pH 值下降

酸鹼濃度與 pH 值

- (C)第(二)句合理，因為這些海洋生物的碳酸鈣外殼會與氫離子反應
(D)第(二)句不合理，因為這些海洋生物的碳酸鈣外殼不會與氫離子反應

35.()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。



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。請問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)

【108 會考】

- (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

36.()室溫下，小綺分別配製甲、乙、丙三杯濃度皆為 0.2M 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？【109 會考】

表(二)

水溶液	溶質	說明
甲	HCl	強酸
乙	CH ₃ COOH	弱酸
丙	NaOH	強鹼

- (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 = 乙 > 丙 (C) 丙 > 乙 > 甲 (D) 丙 > 乙 = 甲

37.()四位學生分別對「可導電的物質」或「電解質」的說明如下：【109 補考】

- 曉芬：「可導電的物質都是化合物。」
 惠心：「可導電的物質都可以溶於水。」
 欣怡：「電解質溶於水後，其水溶液都可導電。」
 宜庭：「電解質溶液內含有的正、負離子個數都相等。」
 上述四位學生的說明，哪一位的說明最合理？
 (A) 曉芬 (B) 惠心 (C) 欣怡 (D) 宜庭

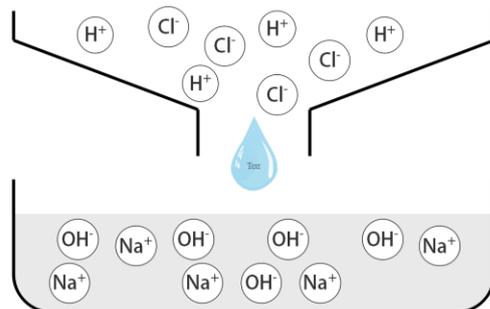
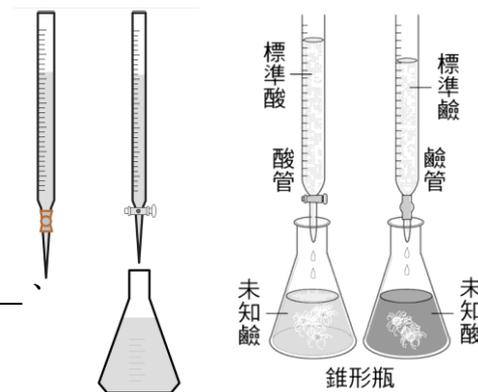
解答：



酸鹼中和

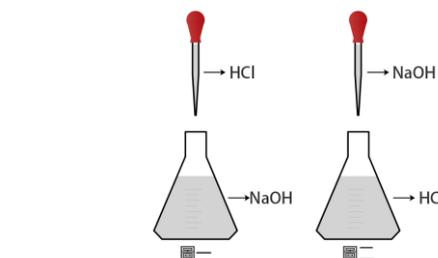
酸鹼中和 (用已知來滴定未知)

- 中和定義：酸性溶液與鹼性溶液混合時所發生的化學反應。
- 中和通式：_____ + _____ → _____ + _____ + (_____)
- 酸鹼中和的實驗稱為**酸鹼**_____，主要用到的器材有_____、
錐形瓶、玻璃棒、溫度計，最後指示劑應該加在**錐形瓶**中。
- 酸鹼中和的現象：(1) 必定_____熱。
(2) 中和後所生的鹽類往往會發生水解，
所以溶液_____是中性。
(3) 中和完後水溶液可以導電，且將水分
蒸發後可得到**鹽類**。



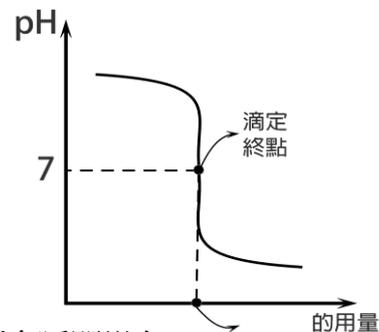
5. HCl 與 NaOH 中和：

反應式	
離子反應式	
瓶內溶液顏色	
溫度計的數字	
產生的鹽類	



6. CH₃COOH 與 NaOH 中和：

反應式	
離子反應式	
瓶內溶液顏色	
溫度計的數字	
產生的鹽類	



7. 任何酸鹼中和反應都有下列的離子反應：



8. 因此，當酸中的 H^+ 莫耳數 = OH^- 莫耳數時，就達到**完全中和**，指示劑會瞬間變色！

9. 計算公式：

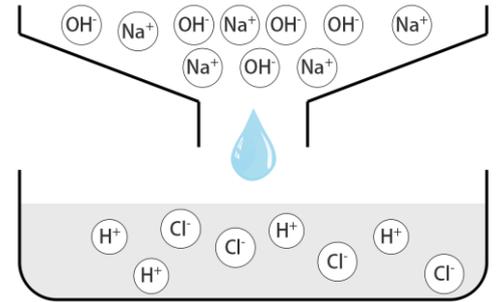
EX：

(1) 0.1M 鹽酸 20ml 恰與 10ml 氫氧化鈉中和，求氫氧化鈉的濃度？

(2) 0.5M 鹽酸 40ml 恰與 10ml 氫氧化鈣中和，求氫氧化鈣的濃度？

酸鹼中和

EX：取一燒杯，內裝有 40ml 的鹽酸溶液，滴入 1-2 滴的酚酞指示劑，再以 0.1M 的 NaOH 50ml，作酸鹼中和的滴定：



- (1) 未滴入 NaOH 前，燒杯內溶液的顏色為_____色。
- (2) 變色的同時，NaOH 用了 20ml，則鹽酸的濃度為_____M。
- (3) 過程中，燒杯的 H^+ _____， $[H^+]$ _____， OH^- _____， $[OH^-]$ _____， Na^+ _____， $[Na^+]$ _____， Cl^- _____， $[Cl^-]$ _____，pH _____。

酸鹼中和的日常應用

1. 工業發達以後，工廠及汽機車排放的廢氣中含有二氧化硫和氮的氧化物，再加上空氣中的二氧化碳，這些氧化物溶在水中，會使得雨水中的 pH 值變低，降落地面，形成酸雨。不但會侵蝕大理石建築物，也破壞土壤與湖泊的酸鹼性，影響耕種。
2. 農夫在收割稻子後，會放火把稻草燒掉，而草木燒成的灰中有一種鹼性的物質—_____（_____），不但可以中和土壤中的酸性，也可以為土壤增加鉀肥。
3. 胃液裡有_____，若分泌過多，胃會感覺不舒服，就要服用胃藥。胃藥成分中含有_____（_____）等鹼性物質，可以中和胃酸。
4. 當我們吃完食物後，口腔中的 pH 值會降到 7 以下，所以殘留在口腔的食物會轉為酸性。若想要降低口腔的酸性，則牙膏的成分應該為弱鹼性比較好。

鹽類的產生方式

1. 鹽類的定義：由一種_____離子（或_____）與另一種_____離子（或_____）所結合而成的離子化合物。

EX：_____、_____、_____、_____。

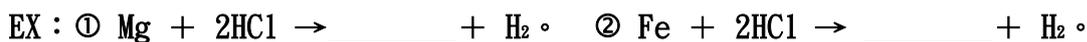


2. 產生鹽類的方法：

(1) 酸 + 鹼 \rightarrow 鹽 + 水。(酸鹼中和反應)



(2) 金屬 + 酸 \rightarrow 鹽 + 氫氣。(金屬加酸)



3. 鹽類的酸鹼性：

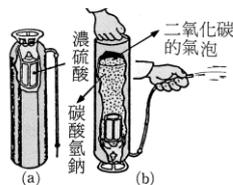
(1) 由強酸跟強鹼製備而得的鹽類為_____性。(2) 由強酸跟弱鹼製備而得的鹽類為_____性。

(3) 由弱酸跟強鹼製備而得的鹽類為_____性。(4) 由弱酸跟弱鹼製備而得的鹽類則為不一定。

常見的重要鹽類

- 氯化鈉：化學式_____，俗稱食鹽。
 - 食鹽大都由海水蒸發而得。
 - 氯化鈉很便宜，可以用來淹漬食品。而且也可以用來製造鈉及氯氣（電解熔化的氯化鈉）。
- 硫酸鈣：(_____)
 - 硫酸鈣是_____色的固體，_____溶於水，是_____的主要成分。
 - 硫酸鈣也是傳統製作豆腐與豆花添加的凝固劑《鹽鹵》的主成分。
 - 用途包含：製作粉筆、模型、石膏像、外科接骨的石膏模。工業上用途：水泥、粉漆成分。
- 碳酸鈣：(_____)
 - 碳酸鈣是_____色的固體，_____溶於水，而在自然界常見的有大理石、方解石、貝殼。
 - 大理石、石灰石被用來作建築材料，而貝殼可作為裝飾品。
- 碳酸鈉：(_____)
 - 碳酸鈉是_____色的固體，_____溶於水的電解質，俗稱_____。
 - 本質上是屬於鹽類。但是因為溶於水後和水反應而形成弱鹼性，所以日常生活中常常當作鹼來應用。
 - 與酸作用會產生_____。
 - 碳酸鈉溶液常用作洗滌劑，所以又稱_____。工業上用來製造肥皂、玻璃的原料。
- 碳酸氫鈉：(_____)
 - 為一種_____色的固體，_____或與_____作用均生成_____氣體。
 - 俗稱_____，水溶液為弱鹼性，比碳酸鈉稍_____。
 - 用途：
 - ① 可用來中和過多的胃酸，是胃藥裡的一種**制酸劑**。
 - ② 遇熱會產生二氧化碳，某些市售的發粉，就含有碳酸氫鈉及_____酸，產生的二氧化碳可以使麵包膨鬆起來，也可以製作「膨糖」，又稱為_____。
 - ③ 乾粉滅火器：裝有_____粉和_____的小鋼筒，是利用_____的氮氣將乾粉壓出噴向火源。
乾粉滅火器反應式：
$$2 \text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$

(碳酸氫鈉) (碳酸鈉)
 - ④ 酸鹼滅火器：碳酸氫鈉與_____作用，會產生_____，價格比碳酸鈉_____。
酸鹼滅火器反應式：
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$



●圖九 酸鹼滅火器



●圖十 乾粉滅火器

6. 碳酸鈉和碳酸氫鈉的比較：

性 質 名 稱	顏 色	對 水 的 溶 解 程 度	水 溶 液 的 酸 鹼 性	與 石 灰 水 作 用	加 酸	加 熱
碳酸鈉 (Na_2CO_3)	白色 固體	較 大	弱鹼性 (稍強)	產生碳酸鈣沉 澱 (CaCO_3)	產生二氧化 碳 (CO_2)	不分解
碳酸氫鈉 (NaHCO_3)	白色 固體	較 小	弱鹼性 (較弱)	產生碳酸鈣沉 澱 (CaCO_3)	產生二氧化 碳 (CO_2)	產生 CO_2

HOMEWORK

單題：

- () 下列有關於碳酸鈉的敘述，何項為正確？(A)俗稱為苛性鈉 (B)遇到水，立刻放出氫氣 (C)受熱後，會分解出二氧化碳 (D)水溶液滴入濃鹽酸有氣泡生成
- () 有關以鹽酸來中和氫氧化鈉溶液的實驗，下列敘述何者錯誤？
(A)中和後，溶液溫度會上升 (B)當加入的HCl與NaOH的莫耳數相同時，可完全中和 (C)中和後，將錐形瓶中的溶液倒入蒸發皿，加熱蒸乾可得食鹽 (D)實驗過程中，可用溫度計邊量溫度邊攪拌，以方便操作
- () 小廖準備pH=1的鹽酸與pH=14的氫氧化鈉溶液各一公升，請問兩者均勻混合後pH=?
(A)13~14 (B)6~7 (C)7~8 (D)0~1
- () 下列有關鹽類的敘述，何者正確？(A)石膏的成分是碳酸鈣 (B)中和胃酸的制酸劑含碳酸鈉 (C)草木灰中含有 K_2CO_3 可中和酸性土壤 (D)大理石、貝殼的成分都是硫酸鈣
- () 中和反應是那兩種離子間的互相作用？
(A)金屬離子與氫氧根離子 (B)金屬離子與非金屬離子 (C)酸根離子與氫離子 (D)氫離子與氫氧根離子
- () 下列關於 Na_2CO_3 水溶液的敘述，何者正確？(A)俗稱小蘇打 (B)是石膏的主要成分 (C)因 CO_3^{2-} 所帶的電荷比 Na^+ 多，故其水溶液帶負電 (D)可使石蕊試紙變為藍色
- () 市售的發粉的主要成分是什麼？
(A)碳酸氫鈉和酒石酸 (B)碳酸鈉和硫酸 (C)碳酸鉀和醋酸 (D)碳酸氫鈉和硫酸
- () 石膏主要成分是什麼？(A)氫氧化鈣 (B)碳酸鈣 (C)硫酸鈣 (D)氯化鈣
- () 草木燒成的灰中含有何種物質？(A)碳酸鉀 (B)碳酸鈉 (C)碳酸氫鈉 (D)氫氧化鈣
- () 在酸鹼滅火器的裝置中，鋼筒裝有何種溶液？(A)碳酸鈉 (B)硫酸鈉 (C)硫酸鈣 (D)碳酸氫鈉
- () 硫酸與氫氧化鈣中和會產生什麼鹽類？(A)硫酸鈉 (B)硫酸鈣 (C)氯化鈣 (D)硝酸鈣
- () 欲中和pH=2的溶液，需加入何者？(A)鹽酸 (B)氯化鈉 (C)酒精 (D)氫氧化鈉溶液
- () 何者不是中和反應？
(A) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (B) $\text{HCl} + \text{NaOH}$ (C) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ (D) $\text{HNO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2$
- () 鹽酸滴定KOH溶液。燒杯中裝有1M的KOH溶液20毫升，並且以酚酞為指示劑，試問滴定過程中，下列敘述何者正確？(A)酚酞應滴在滴定管內 (B)已加指示劑，但尚未滴定前，

燒杯內溶液呈無色 (C)加入鹽酸時，燒杯內溶液溫度下降 (D)將燒杯內水分完全蒸乾，可得白色的KCl

15. ()下列那一種物質的主要成分與其他不同？(A)大理石 (B)石灰石 (C)貝殼 (D)石膏

16. ()氫氧化鈉與鹽酸作用，真正參與反應的是下列何者？

(A) Na^+ 、 H^+ (B) OH^- 、 Cl^- (C) OH^- 、 H^+ (D) Na^+ 、 Cl^-

17. ()多雨地區的土壤會呈酸性而不適合耕種，此乃雨水在落下的途中溶解何者氣體所致？

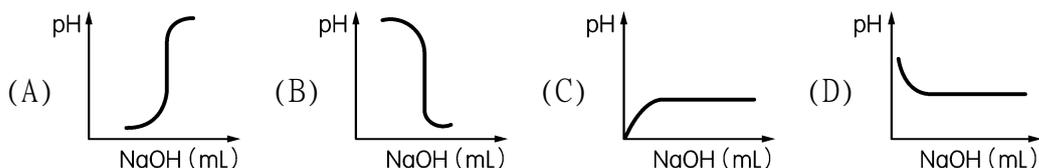
(A)氧氣 (B)二氧化碳 (C)氮氣 (D)氯氣

18. ()下列何者非鹽類？(A) K_2CO_3 (B) NaHCO_3 (C) NaOH (D) BaSO_4

19. ()做A液與B液的酸鹼中和實驗前，將酚酞指示劑加在B裡面，請問何者是裝在滴定管中的？

(A)A (B)B (C)不一定

20. ()在定量的HCl中逐漸加入NaOH，則其pH值與NaOH體積的關係為下列何圖？



21. ()有關酸、鹼、鹽的敘述，下列何者正確？(A)檳榔中添加的石灰，易導致口腔病變 (B)陽光照射鹽酸會產生紅棕色有毒氣體 (C)食醋為硫酸所稀釋而成的 (D)鹽酸與氫氧化鈣混合，反應所得的鹽類為食鹽

22. ()燒杯內有0.1M的氫氧化鈉溶液100mL，加入酚酞溶液2滴，攪拌均勻後放入一塊乾冰，即見白煙。下列與這個操作相關的敘述何者正確？(A)此操作結果可視為酸鹼反應 (B)溶液的顏色由無色漸漸變成粉紅色 (C)溶液的鹼性逐漸增大 (D)乾冰昇華變成白色氣體

23. ()藥品三瓶，分別為硝酸鉀、碳酸鈣、硫酸鋇，都是白色粉末，瓶子的標籤脫落，無法辨識。小雅已知其中只有硝酸鉀會溶於水；碳酸鈣與稀酸反應會產生二氧化碳；硫酸鋇既不溶於水也不與稀酸反應。你想小雅用下列的那一樣就可以將這三瓶藥品一一辨識？(A)少量的水 (B)蘇打水溶液 (C)稀鹽酸 (D)氫氧化鈉溶液

24. ()有四種物質：(甲)鹽酸(乙)氫氧化鈉固體(丙)硝酸鉀水溶液(丁)水。在常溫時，下列何種組合不會使溶液溫度上升？(A)(甲)+(乙) (B)(甲)+(丁) (C)(乙)+(丁) (D)(丙)+(丁)

25. ()以0.1M的NaOH滴定40毫升、0.2M的硫酸溶液，待指示劑變色的瞬間，共用去若干毫升？(A)20 (B)40 (C)80 (D)160

26. ()有2M的HCl 50mL和2M的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 25mL混合，則下列何者正確？

(A)溶液溫度降低，因為是放熱反應 (B)液體的pH=7 (C)溶液中陽離子的數目=陰離子的數目，其溶液成電中性 (D)溶液中鈣離子的莫耳數=氯離子的莫耳數

27. ()下列有關化學名稱與化學式的組合，何者正確？

(A)乙酸—HCl (B)苛性鈉—NaCl (C)小蘇打— NaHCO_3 (D)燒鹼— $\text{Ca}(\text{OH})_2$

28. ()阿斌欲透過酸鹼中和的裝置來檢測酸性溶液的酸度。若選用酚酞做為指示劑，將已知濃度的氫氧化鈉水溶液置入滴定管中進行酸鹼中和的滴定實驗，則下列有關此實驗的敘述何者正確？ **【96基測1】**

(A)滴定管下方盛酸性溶液的容器，以燒杯為最佳選擇

(B)在滴定過程中，酸性溶液的pH值會逐漸增大

酸鹼中和

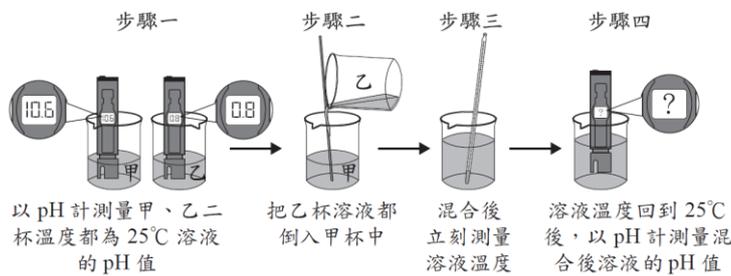
- (C) 滴定前，先將酚酞與氫氧化鈉水溶液均勻混合
(D) 滴定終止瞬間，酸性溶液的顏色褪為無色

29. () 反應式： $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，下列關於此反應的敘述何者錯誤？
(A) 產生白色沉澱 (B) 此為酸鹼中和反應 (C) 為放熱反應 (D) 反應後溶液呈中性
30. () 平平想了解臺灣地區雨水酸化程度，選擇三個不同地點收集雨水，並以固定濃度的鹼性溶液中和之，得此表數據，試問那一地點酸雨程度最嚴重？(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 皆相同

地點	雨水的體積(mL)	中和所需鹼性溶液體積(mL)
甲	300mL	10mL
乙	400mL	20mL
丙	500mL	30mL

31. () 圖(二十二)為小玟進行水溶液混合實驗的步驟示意圖：

【107會考】



圖(二十二)

她在步驟三和步驟四所測得數據，依序應為下列何者才合理？

- (A) 小於 25°C；大於 10.6 或小於 0.8 (B) 小於 25°C；在 0.8~10.6 之間 (C) 大於 25°C；大於 10.6 或小於 0.8 (D) 大於 25°C；在 0.8~10.6 之間
32. () 有一種甲化合物潮解後，吸收空氣中的 CO_2 後可變成乙固體粉末，則甲、乙兩化合物分別為何？ (A) NaCl ， Na_2CO_3 (B) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ， CaCO_3 (C) CuSO_4 ， CuCO_3 (D) NaOH ， Na_2CO_3
33. () 為了中和某強酸溶液，需用 10g 重量百分濃度 4% 的 NaOH 溶液，如果改用相同條件的 KOH 溶液，則反應後溶液的 pH？【大陸奧賽全國賽題】
(A) >7 (B) <7 (C) $=7$ (D) 條件不足
34. () 一杯 10ml、pH=5 的稀鹽酸，加水 9.99 公升後，pH 為多少？
(A) 6~7 (B) 7~8 (C) 8 (D) 14
35. () 5M 的硫酸 200ml 與 4M 的氫氧化鈉 450ml 混合，求最後 pH 多少？
(A) 7 (B) 0~1 (C) -1~0 (D) 13~14



反應速率

反應速率()

1. 反應速率(R)就是化學反應進行的快慢程度，有的反應快，有的慢。

Ex：生鏽、鐘乳石與石筍的生成反應很慢，燃燒、煙火釋放的反應就很快。

2. 反應速率也可以說是單位時間內物減少的量，或是物增加的量。

3. 一般判斷反應速率的快慢，以肉眼能察覺到的較佳。

4. 單位：mol/L·s、mol/L·min、mol/L·h。

Ex：已知 $A+2B \rightarrow C+D$ ，若 B 減少的速率為 0.08mol/s ，則 C 增加的速率為 0.04 mol/s。

碰撞學說

1. 反應怎樣才可以進行呢？以我們所學過的粒子觀點來看，物質都是由粒子所組成，而化學反應就是不同粒子間的原子進行重新排列的結果。

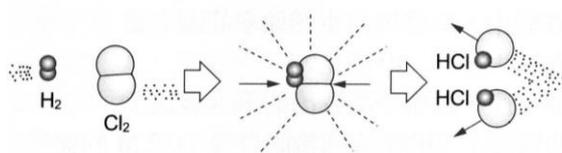
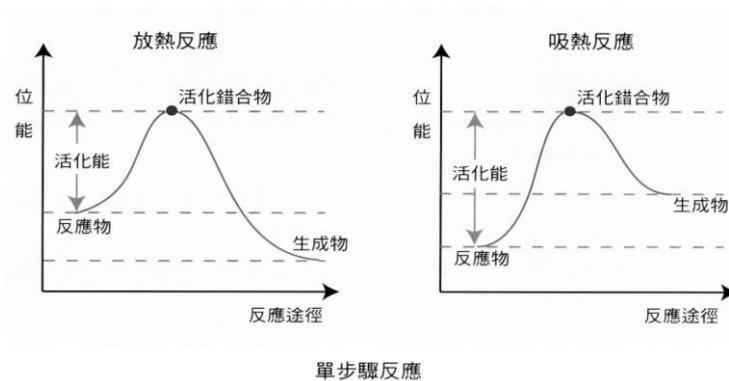
2. 通常粒子都會不停的運動，而當粒子和粒子有機會互相碰撞在一起時，才可能產生新的排列而形成新的化合物，這種說法就叫做「碰撞學說」。**【由德國的 Max Trautz 及英國的 William Lewis 在 1916 年及 1918 年分別提出的。】**

3. 但是，並非所有的碰撞都會產生反應，必須作有效碰撞才能發生反應，否則粒子只是碰撞而無法反應。

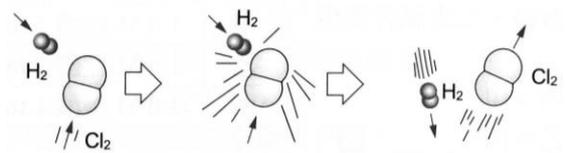
4. 有效的碰撞包含兩個要素：

(1) 粒子要有足夠能量，一般來講碰撞時的能量必須超過活化能。

(2) 粒子碰撞的方位要正確。



▲ 有效碰撞→發生反應



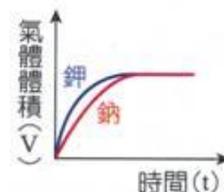
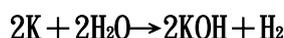
▲ 無效碰撞→不發生反應

影響反應速率的因素：_____、_____、_____、_____（_____）、_____

1. 活性：也可稱為_____，活性越大的元素，反應時速率就越_____。

註：元素活性大小如下。

Ex1：鈉與鉀投入水中的反應都很劇烈，並產生_____氣，銅則不會與水起反應。



Ex2：鎂粉與鋅粉分別與鹽酸反應均會產生_____氣，但_____產生的較快。

反應方程式：

Ex3：金之所以適合當飾品的原因，是因為其活性很小，不易變質的關係。

2. 溫度：溫度越高，反應就越_____。碰撞學說觀點：_____。

Ex1：食物常放入冰箱，主要是冰箱溫度低，反應會較_____。

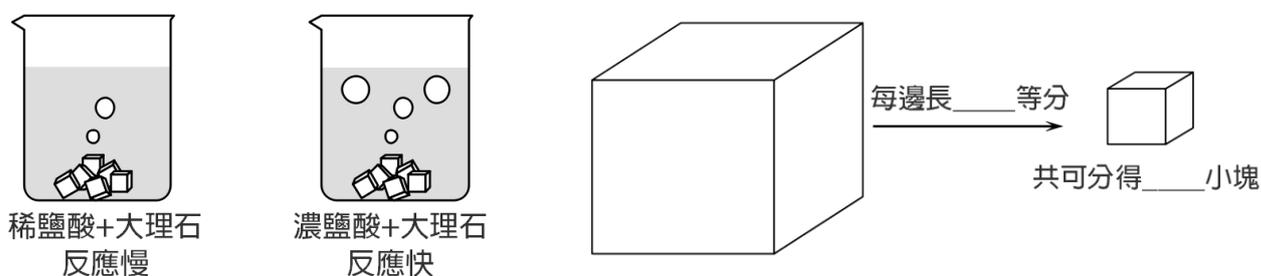
Ex2：實驗室裡要加快反應，通常會使用_____的方法

Ex3：溫度愈高，反應速率愈快，但不成正比。一般來說，每上升 10°C，反應速率快一倍。

3. 濃度：濃度越大，反應越_____。碰撞學說觀點：_____。

Ex1：鎂帶在純氧中燃燒比較劇烈，是因為純氧的濃度大。

Ex2：大理石和鹽酸反應，鹽酸濃度越大，氣泡產生越_____。



4. 總表面積：同體積的條件下，顆粒分的越小，總表面積越_____，反應越_____。

反應速率與總表面積呈_____比。碰撞學說觀點：_____。

Ex1：若將一個正立方體每邊分割成 N 等份，則：

(1) 可以分割成_____塊。 (2) 總面積變成原來的_____倍。

(3) 反應速率會變成原來的_____倍。 (4) 反應時間為原來的_____倍。

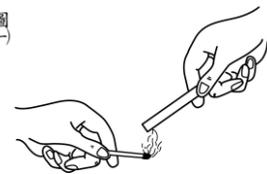
EX2：若一正立方體，邊長 4 cm，則總表面積為_____ cm²。將此立方體的長寬高皆 4 等分，則每一小塊的表面積為_____ cm²；小立方體共有_____塊；切割後的總表面積為_____ cm²；切割後的總表面積為原有表面積的_____倍。

Ex3：烤肉時會將木炭敲碎，因為可以增加反應的表面積。

Ex4：生產大量乾燥粉狀可燃物的場所，常有塵爆的危險。Ex：八仙塵爆。圖

Ex5：筷子不易點火，但若削成火煤棒的樣子就很容易起火。

Ex6：燒紙錢時，整疊丟入則常常燃燒不完全，產生濃煙，將紙錢攤開燒會比整疊燒得快。



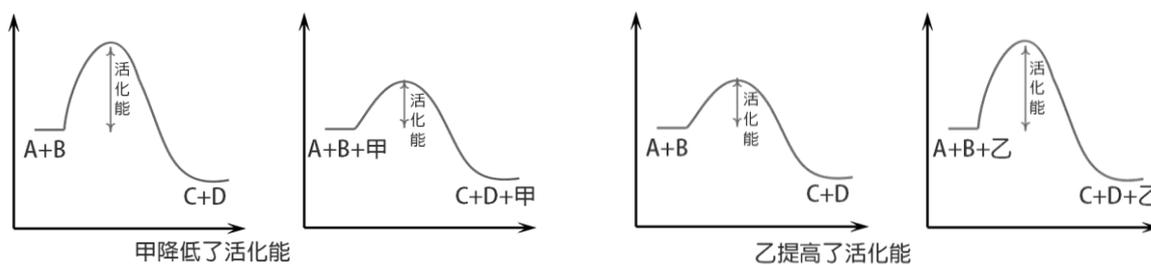
Ex7：大理石顆粒與粉末加稀鹽酸時，粉末的反應較快。

Ex8：將藥品配成溶液後，由於粒子的顆粒變小，且移動性大增（自由度增加），因此碰撞機會增多，反應速率增大。

Ex9：總結反應速率：氣體 > 溶液 > 粉末 > 顆粒 > 塊狀固體。



5. 催化劑：一般而言，加入催化劑，可降低活化能，而使反應速率變_____（正逆反應都變快）。



Ex1：催化劑有參與反應，但催化劑不寫在反應物或生成物任何一邊中。

Ex2：反應前、後催化劑的性質、質量都不改變。【重要！】

Ex3：催化劑有_____性，不同反應所使用的催化劑不會相同，也不是每種反應都有催化劑可以用。

Ex4：催化劑只能改變反應速率，使生成物產生的快一點，而無法增加生成物的總量，因此如果用雙氧水與二氧化錳製造氧氣，當不再產生氧氣時，應該添加更多或更濃的雙氧水。

Ex5：催化劑可_____正、逆反應的活化能，使正、逆反應的速率同時加快。

Ex6：抑制劑可_____正、逆反應的活化能，使正、逆反應的速率同時減慢。

EX：甘油為雙氧水的抑制劑。

Ex7：生物體內的催化劑稱為_____或_____，工業上的催化劑稱為_____。在工業應用上，汽機車的排氣管內裝有觸媒轉化器，可將引擎在高溫下生成的氮氧化物，加速轉換成氮氣及氧氣，減少氮氧化物所造成的空氣汙染。

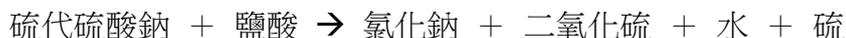
Ex8：哈柏法製氨：哈柏法是由德國科學家哈柏（Fritz Haber, 1868~1934）發明，是於攝氏400度，200大氣壓之下，加入鐵粉作為催化劑來製備氨氣的方法，此方法推翻了「在生物體中的化合物只有生物才能合成」的理論。哈柏法也幫助人們突破糧食生產的瓶頸，成功合成氮肥為肥料，使農業及工業的發展再向前跨了一大步。

實驗：硫代硫酸鈉與鹽酸的反應

1. 硫代硫酸鈉俗名_____或_____，化學式_____，溶於水中會解離。

2. 鹽酸為_____水溶液，化學式_____，溶於水中會解離。

3. 兩者混合反應方程式如下：



4. 離子反應方程式：

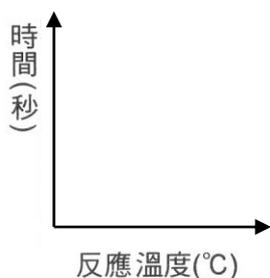
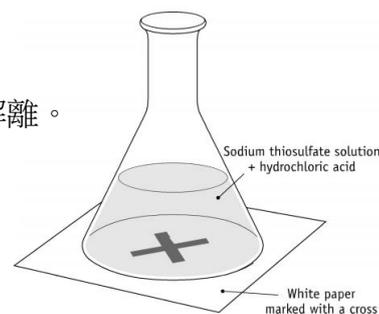
5. 本實驗可改變溫度或濃度來討論反應速率，現在以改變溫度為例子來討論

(1) 溫度越高，本反應速率越快，所需時間越短。

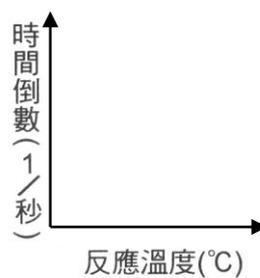
(2) 我們通常用時間的_____來表示反應速率。

(3) 溫度愈高，完成反應所需的時間愈短(但並非成反比)，如下圖一。

(4) 溫度愈高，反應速率(1/時間)愈大(但並非成正比)，如下圖二。



▲ 圖(一)



▲ 圖(二)

HOMEWORK

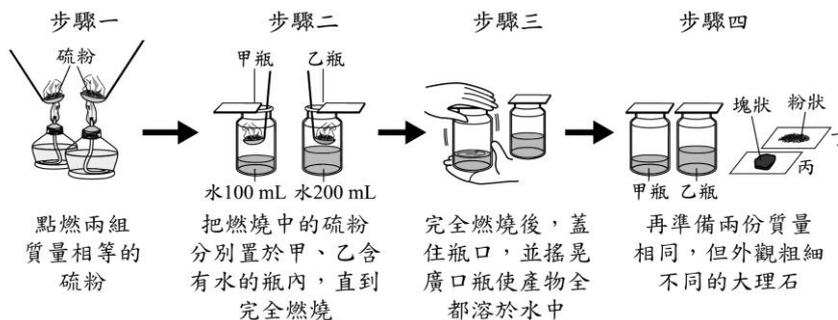
一、單選題：

- () 1. 弈寬生病吃藥時，將藥丸研磨成粉末再以開水服用，這是合乎影響反應速率的變因中之哪一項因素？ (A)濃度大，藥效快 (B)增加總表面積，藥效快 (C)溫度高，藥效快 (D)以上皆是。
- () 2. 奶奶燒香拜拜，燒紙錢時，將紙錢攤開燒會比整疊燒得快，這是影響反應速率的哪一項因素？ (A)濃度 (B)表面積 (C)溫度 (D)催化劑。
- () 3. 由碰撞學說知，欲使反應產生 (A)反應物的粒子必須相碰撞 (B)反應物的粒子必須成為離子 (C)反應物的粒子溫度要升高 (D)反應物濃度要相同。
- () 4. 在 7-11 便利商店所賣的御飯團，常以 5°C 冷藏的方式儲存 1~2 天而不壞。依據反應速率來判斷，是什麼因素使它如此？ (A)溫度 (B)表面積 (C)濃度 (D)催化劑。
- () 5. 下列敘述，哪一項是正確的？ (A)催化劑能改變反應的平衡狀態 (B)催化劑也可改變反應速率，不能改變平衡 (C)催化劑因可改變反應速率，所以平衡也改變了 (D)催化劑對反應速率及平衡根本無影響。

反應速率

- () 6. 依照碰撞學說，欲使反應速率加快，哪一種方法既可以提升粒子能量，又可以增加碰撞機率？ (A)提高濃度 (B)磨成粉末 (C)加催化劑 (D)加熱。
- () 7. 傑森欲研究硫代硫酸鈉和鹽酸反應的速率，他應觀察下列哪一項會比較方便？ (A) HCl 的消耗量 (B) SO₂ 的生成量 (C) NaCl 的生成量 (D) S 的生成量。
- () 8. 將 1 mL、10 M 的鹽酸調配成 10 mL 的水溶液裝在甲試管中，另將 1 mL、12 M 的鹽酸調配成 20 mL 的水溶液裝在乙試管中；再取顆粒大小一樣，足量的大理石，分別加入甲、乙兩支試管中。試問實驗中控制的變因為下列何者？ (A)大理質量 (B)鹽酸體積 (C)鹽酸濃度 (D)以上皆是。
- () 9. 今有一立方體大理石與鹽酸完全反應需時 1 分鐘，若將其每邊長 4 等份後，再重做相同的實驗，完全反應需時 (A)10 秒 (B)15 秒 (C)30 秒 (D)4 分鐘。
- () 10. 在相同的溫度與壓力下進行下列實驗，反應速率何者最快？ (A)大木塊在空氣中燃燒 (B)碎木屑在空氣中燃燒 (C)大木塊在純氧中燃燒 (D)碎木屑在純氧中燃燒。
- () 11. 將鹽酸滴在貝殼上面，會產生氣泡，欲增加反應的速率，下列哪種方法較適當？ (A)增加貝殼的重量 (B)增加鹽酸的體積 (C)增加鹽酸的濃度 (D)取較大塊的貝殼。
- () 12. 氮與氫合成氨的過程中，改變下列哪一項因素，不能增加其反應速率？ (A)升高溫度 (B)加入催化劑 (C)加入更多的氮和氫 (D)增加反應容器之體積，使碰撞次數減少。
- () 13. 以碰撞學說的觀點，反應物粒子互相碰撞的機會愈多，反應速率愈快。則下列何項操作無法使反應速率變快？ (A)將反應物顆粒磨成粉末 (B)將可溶性的固體反應物配成溶液 (C)將反應物溶液稀釋 (D)提高反應時的溫度。
- () 14. 將立方體木炭切割成 64 小塊去燃燒，請問燃燒速度是原來的幾倍 (A)2(B)8(C)6(D)4
- () 15. 已知汽油可以燃燒，但將其曝露於空氣中，若不經點燃，常不發生燃燒，這是因為 (A)空氣中 O₂ 的含量太少 (B)汽油中未加催化劑的關係 (C)空氣中的 O₂ 和汽油分子，沒有碰撞 (D)空氣中的 O₂ 和汽油分子雖碰撞但溫度太低。
- () 16. 下圖為阿謙進行實驗的步驟圖：

【106 會考】

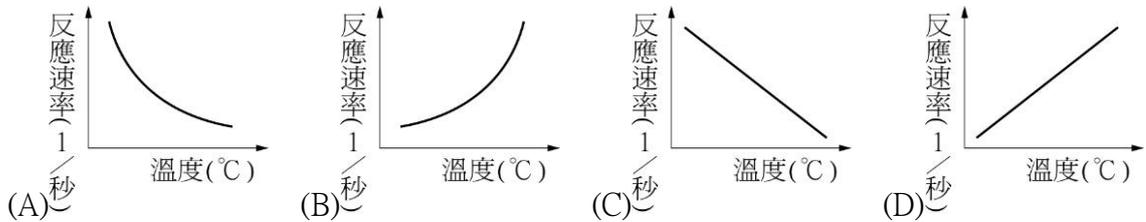


假設實驗過程中，硫粉燃燒後產生的氣體沒有散失，則步驟四完成後，分別取其中一瓶溶液與其中一份大理石反應，反應初期何種組合其冒泡的速率最快？

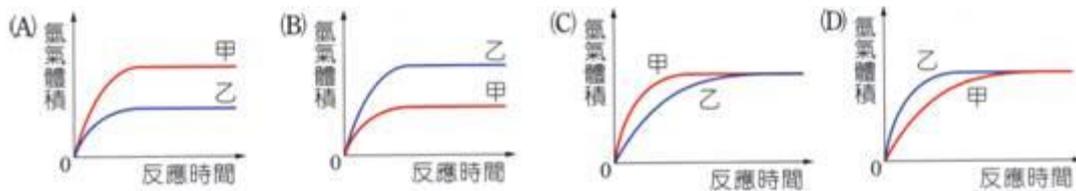
- (A)甲瓶溶液和丙 (B)甲瓶溶液和丁
(C)乙瓶溶液和丙 (D)乙瓶溶液和丁
- () 17. 取 30°C 的 0.5 M Na₂S₂O₃ 溶液 20 mL 與 1.0 M 的 HCl 溶液 10 mL 放入錐形瓶中，40 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，若改以 50°C 的溶液重複此實驗，沉澱遮住圖案的時間可能是 (A) 30 秒 (B) 40 秒 (C) 50 秒 (D) 60 秒。
- () 18. 將 Na₂S₂O₃ 溶液與 HCl 溶液放入錐形瓶中，觀察沉澱將瓶下所畫的圖案遮住，並測量所需的時間 t，下列何者可代表該反應的反應速率？ (A) t (B) 1/t (C) t² (D) 1/t²。

反應速率

- () 19. 取 30°C 的 0.5 M 之 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 20 mL 與 1.0 M 的 HCl 溶液 10 mL 放入錐形瓶中，40 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，若改以 50°C 的溶液重複此實驗，20 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，則後者實驗的反應速率是前者的幾倍？ (A) 1/2 倍 (B) 2 倍 (C) 5/3 倍 (D) 3/5 倍。
- () 20. 有關反應速率之說明，下列何者正確？ (A) 把固體配成溶液反應速率會變慢 (B) 等量之貝殼磨碎者和鹽酸反應較快 (C) 25°C 時 10 分鐘可完成之反應，在 35°C 時需 20 分鐘才能完成 (D) 加入二氧化錳可降低雙氧水分解產生氧之速率。
- () 21. 溫度對反應速率的影響，溫度與反應速率關係圖下列何者正確？



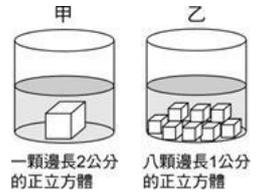
- () 22. 下列敘述何者正確？ (A) 硫代硫酸鈉和鹽酸作用，所生的黃色沉澱是一種化合物 (B) 溫度升高則反應物粒子間碰撞機會太多，使反應不容易完成 (C) 溫度升高可增加粒子能量加快反應速率 (D) 煤氣和空氣混合，若不燃燒，則是兩種粒子沒有相碰撞的緣故
- () 23. (甲) 取 10 克的鋅塊，加入 1M、500mL 鹽酸，(乙) 取 10 克的鋅粉，加入 1M、500mL 鹽酸，則產生氫氣的體積和反應速率的圖形，下列何者正確？



- () 24. 同上題選項，若(乙)改成取 20 克的鋅粉，加入 1M、500mL 鹽酸，則產生氫氣的體積和反應速率的圖形，則圖形該為何圖？
- () 25. 哈柏法製氨，是將氮與氫反應生成氨，條件是：400~500°C、500~1000 大氣壓，並加入鐵粉；化學反應方程式為： $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ (未平衡)，若平衡的化學式係數以整數為準，則係數之總和為 (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6。
- () 26. 哈柏法製氨，其中所用催化劑為 (A) N_2 (B) NH_3 (C) 鐵粉 (D) 以上皆是。
- () 27. 雙氧水塗在受傷流血的皮膚上會很快的冒出氣泡，最主要的原因為 (A) 流血的皮膚溫度高 (B) 血液內含加速雙氧水分解的催化劑 (C) 受傷皮膚表面較粗糙可增加與雙氧水接觸的機會 (D) 受傷皮膚內含有氧氣。
- () 28. 等量的雙氧水加入二氧化錳所產生的氧，較不加入二氧化錳所產生的氧 (A) 多 (B) 少 (C) 相等 (D) 不一定。
- () 29. 在 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 的反應，下列何種處理方式可降低其反應速率？ (A) 減少 CO_2 濃度 (B) 加熱 (C) 磨細碳酸鈣，以增加其表面積 (D) 加水稀釋鹽酸的濃度。
- () 30. 將一塊邊長 10 公分的正立方體大理石，在某個面的對角線切下一刀將其分成兩塊，求切割完後的反應速率為之前的幾倍？ (A) 2 (B) $\frac{3+\sqrt{2}}{3}$ (C) $2\sqrt{2}$ (D) $5\sqrt{2}$ 。
- () 31. 小黑在燒杯中進行右列之反應： $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ，下列敘述何者錯誤？ (A) 加入 MnO_2

可加速反應速率 (B) MnO_2 在反應結束後，質量不變 (C) 使用 10% H_2O_2 做此實驗會比 3% H_2O_2 的反應速率快 (D) $40^\circ C$ 之反應速率比 $10^\circ C$ 為慢。

- () 32. 雙氧水之分解反應如下： $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ ，選出下列錯誤的敘述 (A) 雙氧水的濃度愈大，則加熱時分解速率增快 (B) 溫度升高，分解速率會增快 (C) 加入二氧化錳使分解速率增快 (D) 不加入二氧化錳，雖然加熱時反應並不發生。
- () 33. 如圖，甲、乙兩燒杯中的大理石塊，與濃度相同的鹽酸完全接觸反應，則其反應速率的關係為何？(A) 甲為乙的 2 倍 (B) 甲為乙的 8 倍 (C) 甲為乙的 1/2 倍 (D) 甲為乙的 1/8 倍
- () 34. 某生在 $20^\circ C$ ，取數粒二氧化錳，加入 20 毫升，3% 雙氧水，用以備製氧，今若將實驗條件作下列改變：(甲) 溫度改為 $50^\circ C$ ；(乙) 雙氧水改用 30% 者；(丙) 二氧化錳磨成粉狀。上述三種改變，哪一種或哪幾種會增快氧的產生速率？ (A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 甲丙 (D) 甲乙丙。
- () 35. 下列有關催化劑的敘述，何者錯誤？ (A) 催化劑又叫觸媒。工業上以哈柏法製氨，是以鐵粉當做催化劑 (B) 雙氧水製造氧氣，加入二氧化錳是當做催化劑 (C) 催化劑在化學反應中，是當反應物，可以增進反應速率 (D) 生物體中的催化劑，叫做酶或酵素。
- () 36. 若提高溫度 $10^\circ C$ 可以使反應快一倍，今有一實驗在 $10^\circ C$ 時如果完全反應需要時間 768 秒，若希望反應時間在 3 秒內完成，則需將溫度提高到多少？(A) $80^\circ C$ (B) $90^\circ C$ (C) $100^\circ C$ (D) $70^\circ C$ 。
- () 37. 室溫時，於下列各溶液中分別加入 0.1 g 且形狀接近的碳酸鈣，則最初產生氣體的速率何者最快？



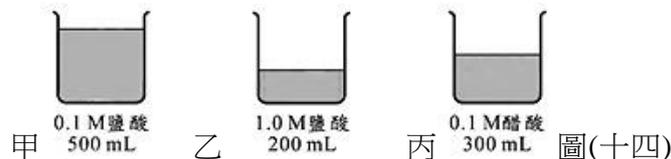
【99-2】

- (A) 1 M、20 mL HCl (B) 0.1 M、200 mL HCl
(C) 1 M、20 mL CH_3COOH (D) 0.1 M、200 mL CH_3COOH

- () 38. 在室溫下，取相同體積且濃度均為 0.1M 的鹽酸和醋酸各一杯，分別與等質量且顆粒大小相同的碳酸鈣作用產生 CO_2 ，發現碳酸鈣與鹽酸的反應速率大於與醋酸的反應速率，下列何者是造成此差異的主要原因？
- (A) 酸性溶液的沸點不同 (B) 鹽酸和醋酸的分子量不同
(C) 酸性溶液的解離程度不同 (D) CO_2 在酸性溶液的溶解度不同

【98 基測 1】

- () 39. 想在短時間內完成反應，最常見做法為： (A) 加催化劑 (B) 使反應物溶於水 (C) 加熱反應物 (D) 使反應物顆粒變小。
- () 40. 取質量均為 1.0g 且相同大小的鎂帶三份，分別浸入甲、乙、丙三杯溶液，如圖(十四)。在三杯溶液中，鎂帶產生氣泡之平均速率的大小關係為下列何者？
- (A) 乙 > 甲 > 丙 (B) 甲 > 丙 > 乙 (C) 甲 > 乙 > 丙 (D) 乙 > 丙 > 甲

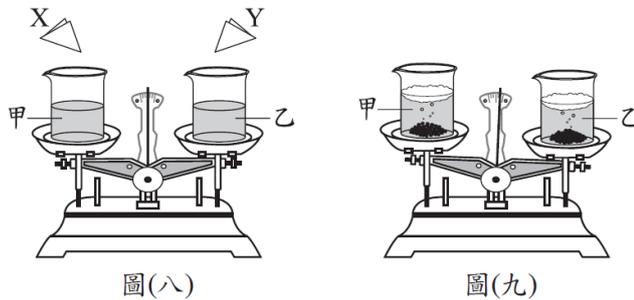


- () 41. 在五個燒杯中各裝入 1.0 M 氫氧化鈉溶液 10 mL，測其溫度。再將 0.2 M、0.4 M、0.6 M、0.8 M、1.0 M 的鹽酸各 10 mL，分別加入前述的五個燒杯中，最後測量其溫度。上述實驗設計主要在研究下列哪一項關係？ (A) 酸的種類與中和反應快慢的關係 (B) 酸的種類與中和反應所放熱量的關係 (C) 酸的濃度與中和反應快慢的關係 (D) 酸的濃度與中和反應所放熱量的關係

【96 基測 1】

反應速率

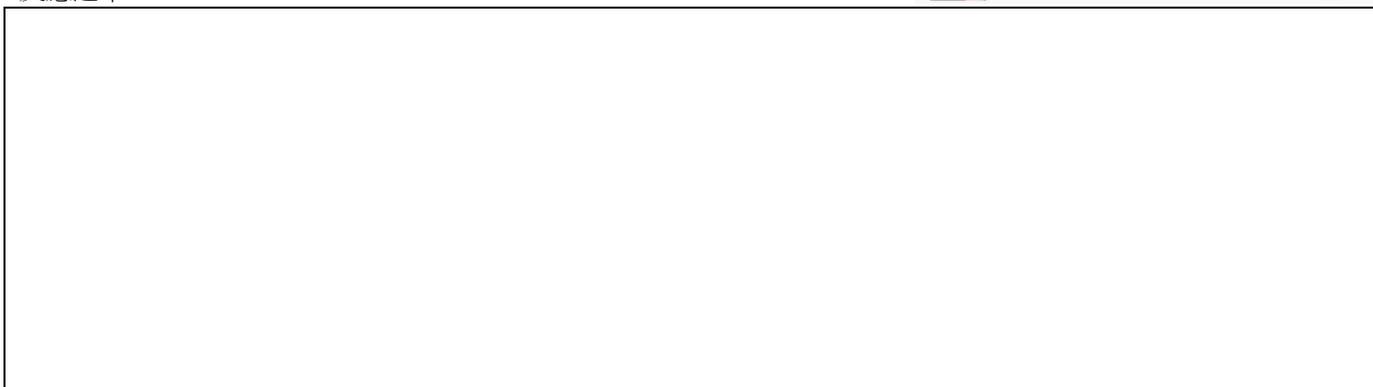
- () 42. 野外露營或攀登高山時，鎂塊常是求生必備的物品之一。將鎂塊削成碎片，在潮濕環境或強風吹襲中，仍然能引燃柴火，是一種較不受環境限制的野外生火方式。關於將鎂塊「削成碎片」的動作，主要是考慮下列何種影響反應速率的因素？ **【108】**
 (A) 溫度 (B) 催化劑 (C) 物質本質 (D) 接觸面積
- () 43. 小帆想知道某一植株在不同環境條件下，葉片行光合作用時速率的快慢，應依據下列哪一資料進行推測最為合理？ **【108】**
 (A) 單位時間內產生氧氣的量 (B) 單位時間內消耗葉綠素的量
 (C) 單位時間內消耗葡萄糖的量 (D) 單位時間內產生二氧化碳的量
- () 44. 天平兩邊秤盤上分別有甲、乙兩燒杯，燒杯中盛有濃度、體積均相同的鹽酸，靜止時指針指在中央的位置。將質量相同但顆粒大小不同的 X、Y 兩份大理石碎塊，同時分別倒入甲、乙兩燒杯，如圖(八)所示。反應剛開始冒出氣體，使兩杯質量均減輕，且指針往右偏轉，如圖(九)所示。 **【109 會考】**



- 根據圖(九)結果，判斷燒杯內初始反應速率的快慢及其原因，下列說明何者正確？
- (A) 甲燒杯較快，因為 X 的顆粒較大
 (B) 甲燒杯較快，因為 X 的顆粒較小
 (C) 乙燒杯較快，因為 Y 的顆粒較大
 (D) 乙燒杯較快，因為 Y 的顆粒較小

二、非選題：

1. 甲乙丙三種相異物進行下列兩步驟反應：
- (a) $\text{乙} + \text{丙} \rightarrow \text{丁} + \text{戊}$ (b) $\text{丁} + \text{甲} \rightarrow \text{乙} + \text{己}$ 請回答下列問題。
- (1) 推論此反應之催化劑為何者？答：_____。
- (2) 總反應可以寫成？答：_____。
- (3) 總反應進行後，關於各物質質量的變化，何者正確？答：_____。
 (A) 甲乙均減少 (B) 乙丙均減少 (C) 甲丙均減少 (D) 甲乙丙均減少
2. 若一化學反應的過程包含： $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$ ； $\text{AB} + \text{C} \rightarrow \text{A} + \text{CB}$
- (1) 此反應的反應物為_____；生成物為_____；催化劑為_____。
- (2) 中間產物為_____；化學反應方程式為_____。
3. 若一化學反應的過程包含： $\text{AC} + \text{B} \rightarrow \text{AB} + \text{C}$ ； $\text{AB} + \text{O}_2 \rightarrow \text{AO}_2 + \text{B}$ ； $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ ；則：
- (1) 則此反應的反應物為_____；生成物為_____；催化劑為_____。
- (2) 中間產物為_____；化學反應方程式為_____。



可逆反應與化學平衡

可逆反應

1. 可逆反應：凡是正、逆兩方向皆可以同時進行的反應，就稱為『**可逆反應**』。

2. 表示方法：
$$A+B \xrightleftharpoons[\text{逆反應R2}]{\text{正反應R1}} C+D$$

(1) \rightarrow 表示_____反應， \leftarrow 表示_____反應。

(2) 若反應物能完全變成產物，且產物不能變回生成物，像這類的反應就可以稱為_____反應或**不可逆反應**。 EX：燃燒與爆炸、食物消化、鈉+水、生鏽。

(3) 若有氣體參與反應，則一定要在_____系統中進行，反應的**溫度、壓力、濃度**須控制不變，且反應物不能全變成產物，產物也能變回反應物。

化學平衡

1. 定義：在密閉系統的可逆反應，當正、逆反應速率相等時，反應物、產物同時存在，且反應物及產物的量均保持不變，這種平衡狀態稱為化學平衡。

2. 反應剛開始時，因為反應物的量多而且_____高，所以**正反應速率很大**；反之，一開始並無生成物，因此**逆反應速率為零**。

4. 反應一段時間後，反應物的量或濃度漸漸變少，故**正反應速率漸慢**；而生成物的量跟濃度漸漸變大，因此**逆反應速率便開始增加**。

5. 等到兩邊速率相等時，便是化學平衡。

6. 到達化學平衡時，整個系統在外觀感覺上好像停止不再變化了，事實上不然，化學平衡是一種_____的平衡，**正逆反應仍然持續的進行，並未停止**。

註：就像一間教室裡原本有 40 個人，每分鐘有 5 個人走出去（正反應），每分鐘也有 5 個人走進來（逆反應），整個教室仍然維持 40 個人（化學平衡）。

7. 平衡條件：（重要！）

(1) 必須在_____系統中。

(2) 必須維持一定的_____。

(3) 無物質進出。

(4) 反應物和生成物必須同時存在。

8. 達平衡後，各成分物質（反應物、生成物）的_____量就都固定不變了，不會再增加或減少。

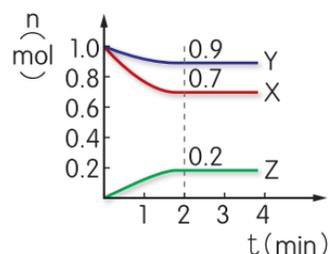
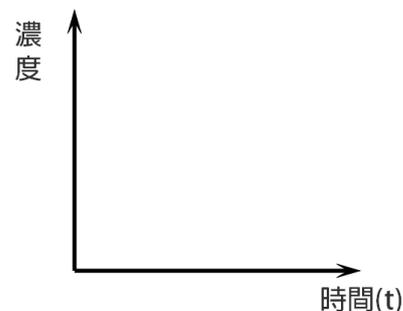
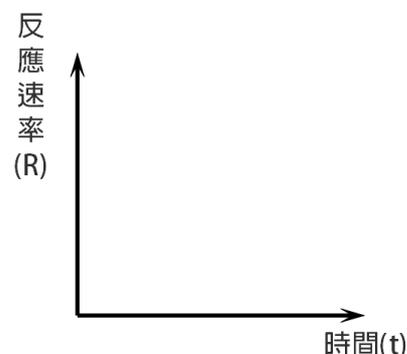
9. **升高溫度**或**加入催化劑**後，會使**正逆反應速率皆變快**，因此更快到達化學平衡。

EX：某溫度時，在 2 升容器中 X、Y、Z 三種氣體的莫耳數 (n)

隨時間 (t) 的變化曲線如右圖所示。回答下列問題：

(1) 反應式為：_____。

(2) 平衡時，容器內的總莫耳數是反應開始的_____倍。



平衡實例

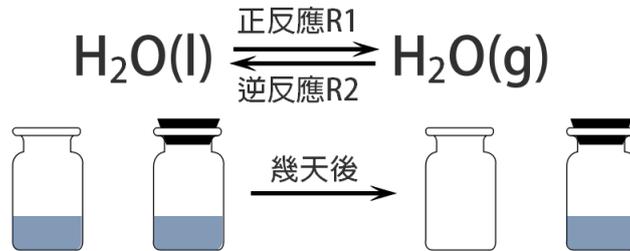
1. 水的蒸發與凝結：甲、乙兩杯水量相同，甲未加蓋；乙加蓋。一段時間後，發現：

(1) 甲 液面顯著降低，且甲瓶壁上沒有水滴附著；再隔一段時間：

⇒ 瓶內的水**完全消失**。(蒸發速率_____凝結速率)

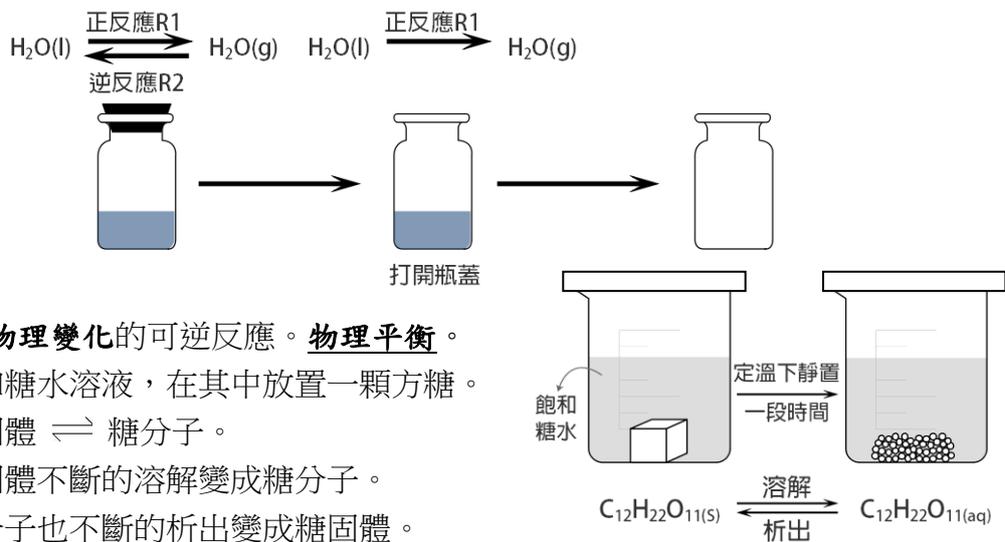
(2) 乙 液面幾乎沒有降低，且乙瓶壁上有水滴附著；再隔一段時間：

⇒ 水位**保持不變**，達到**物理平衡**狀態。(蒸發速率_____凝結速率)



(3) 乙已達平衡後，將蓋子取下（破壞平衡），隔一段時間 ⇒ 水位下降，直到全部消失。

① 開蓋前，蒸發速率_____凝結速率。 ② 開蓋後，蒸發速率_____凝結速率。



2. 溶解平衡：此為**物理變化**的可逆反應。**物理平衡**。

(1) 配置一杯飽和糖水溶液，在其中放置一顆方糖。

(2) 反應式：糖固體 \rightleftharpoons 糖分子。

(3) 正反應：糖固體不斷的溶解變成糖分子。

(4) 逆反應：糖分子也不斷的析出變成糖固體。

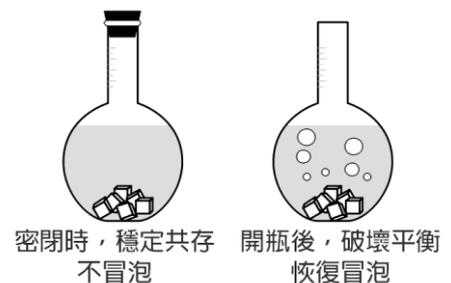
(5) 結果：雖然飽和糖水溶液已經無法再繼續溶解更多的糖，但其正逆反應仍然不停的進行。

因此，到最後我們在杯中會**看不到原本那顆正方體的方糖**（因其一直被溶解），而**杯底會有未溶解的糖固體**，總量跟一開始一樣，維持不變（一直析出）。

註：未飽和時：溶解_____沉澱。飽和時：溶解_____沉澱。_____時：溶解<沉澱。

3. 右圖之錐形瓶中放入稀鹽酸與碳酸鈣，並將瓶塞**塞緊**，不使氣體漏出，則鹽酸會與碳酸鈣發生反應，經過一段時間後，碳酸鈣與鹽酸的量就維持一定的莫耳數，也就看不到二氧化碳的產生，而達到平衡。然而當把瓶塞**打開**時，則二氧化碳氣體隨即逸出瓶外，又可看到二氧化碳氣泡從溶液中冒出，直至反應物反應完畢為止。

EX：想想看，汽水是否也是如此？



平衡變動 《勒沙特列原理》

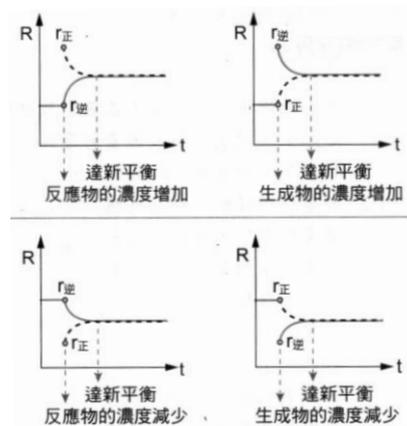
1. 當一平衡系統受外來因素(如溫度、壓力、濃度、…)影響而使平衡發生改變，此時系統本身會發生一種改變來抵消外來因素所造成的平衡變動，直到產生新的平衡為止，此稱為勒沙特列原理

濃度改變化學平衡與判斷方法

1. 濃度改變影響化學平衡：以 $A + B \rightarrow C + D$ 為例子。【請仔細聽！】

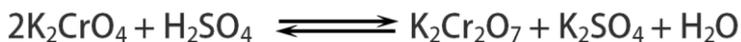
- (1) 若讓_____、_____、_____、_____，則有助於使平衡向右移動。
 (2) 若讓_____、_____、_____、_____，則有助於使平衡向左移動。

記法：



2. 鉻酸鉀與二鉻酸鉀之反應：

化學方程式：



離子方程式：

註：由以上知，只要加入酸性物質，可以幫助_____反應；加入鹼性物質，可以幫助_____反應。

註： K_2CrO_4 在_____性環境比較穩定， $K_2Cr_2O_7$ 在_____性環境比較穩定。

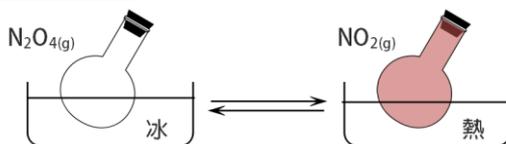
3. 溴水呈_____色，是溴的顏色。在水溶液中溴與水作用產生無色的_____、_____及_____ (次溴酸)。在水溶液中，也可發生逆反應而保持平衡，我們可寫為：



- (1) 加入酸性物質，平衡向_____移動，顏色變化是：_____。
 (2) 加入鹼性物質，平衡向_____移動，顏色變化是：_____。
 (3) 加入同濃度的溴水，平衡_____移動，顏色變化是：_____。
 (4) 加入水，平衡向_____移動，顏色變化是：_____。
 (5) 溴水有毒，故在倒入水槽之前，須先加入_____性物質處理才行。【重要】

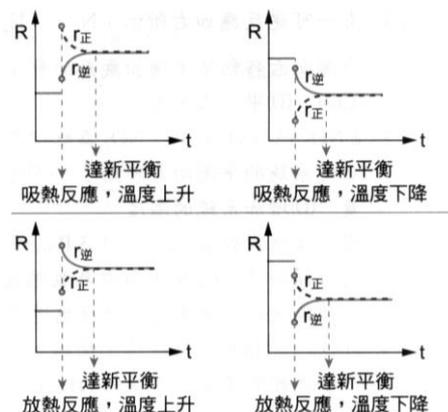
溫度改變化學平衡與判斷方法

1. 反應式：



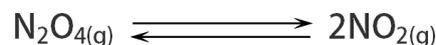
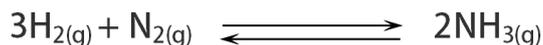
- (1) 將裝置泡熱水，有助於使平衡向_____，顏色_____。
 (2) 將裝置泡冰水，有助於使平衡向_____，顏色_____。

註：加熱或冷卻會造成雙向加速或減慢反應！（重要觀念！）



壓力改變化學平衡與判斷方法(補充)

1. 加大壓力()，反應朝係數總合____的移動。
2. 降低壓力()，反應朝係數總合____的移動。
3. 只對氣體有效！因有可壓縮性！
4. 與溫度一樣對雙向都有影響。



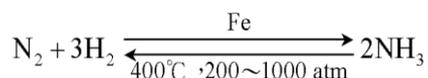
※ 能改變反應速率的因素：活性、溫度、濃度、表面積、催化劑。

※ 能改變化學平衡的因素：溫度、濃度、壓力。

HOMEWORK

一、單選題：

- () 1. 所謂化學平衡是指：(A)反應物與生成物的濃度相等 (B)正、逆反應完全停止，不再變化 (C)反應物與生成物的質量相等 (D)正、逆反應速率相等。
- () 2. 小漢欲研究硫代硫酸鈉和鹽酸反應的速率，他應觀察下列哪一項會比較方便？(A) HCl 的消耗量 (B) SO₂ 的生成量 (C) NaCl 的生成量 (D) S 的生成量。
- () 3. 小動在礦泉水瓶內裝半瓶水，並將瓶口的瓶蓋旋緊，靜置於桌上，隔天發現瓶身內壁有小水滴，下列敘述何者正確？(A)瓶內的水停止蒸發 (B)瓶內的水蒸氣停止凝結 (C)瓶內進行化學反應 (D)若將瓶蓋打開則無法達成水與水蒸氣共存的平衡狀態。
- () 4. 小柏在一杯飽和糖水中再放入一顆方糖，若以微觀的角度去看，下列敘述何者正確？(A)溶解反應不再進行 (B)沉澱反應不再進行 (C)溶解反應速率等於沉澱反應速率 (D)溶解反應速率大於沉澱反應速率。
- () 5. 阿真在礦泉水瓶內裝半瓶水，並將瓶口的瓶蓋旋緊，靜置於桌上，隔天發現瓶身內壁有小水滴，下列敘述何者正確？(A)瓶內的水停止蒸發 (B)瓶內的水蒸氣停止凝結 (C)水的蒸發速率大於水蒸氣的凝結速率 (D)水的蒸發速率等於水蒸氣的凝結速率。
- () 6. 所謂化學平衡是指 (A)反應物與生成物的濃度相等 (B)正逆反應速率完全停止，不再變化 (C)正逆反應速率相等 (D)反應物與生成物質量相等。
- () 7. 裝在密閉容器內的二氧化氮可以合成四氧化二氮，下列何者可以使容器內氣體顏色最深？(A)5atm 40°C (B)5atm 0°C (C)1atm 40°C (D)1atm 0°C。
- () 8. 小明在家配製糖水溶液，將一勺的糖加入 10 毫升的水中，並充分攪拌。則在溶解過程中，杯底的糖沉澱逐漸減少時 (A)糖分子形成沉澱的反應不進行 (B)糖的溶解速率，小於糖的沉澱速率 (C)糖的溶解速率，大於糖的沉澱速率 (D)糖的溶解速率，等於糖的沉澱速率。
- () 9. 氮氣與氫氣在高溫、高壓下製氨的化學反應為一可逆反應，其平衡反應式如下：



若改變反應條件時，下列何者不會使平衡反應式發生改變？(A)增加氮氣與氫氣的濃度 (B)增加催化劑的量 (C)增高溫度 (D)增大壓力。

- () 10. 已知貝殼的主要成分為 CaCO₃，將貝殼與稀鹽酸放入錐形瓶中，並在瓶口以橡皮塞密封，反應會產生 CO₂ 的氣泡，其反應式為：CaCO₃ + 2HCl ⇌ CaCl₂ + CO₂ + H₂O
靜置一段時間後，看到錐形瓶內不再產生氣泡，如圖所示，此時拔開橡皮塞，又可看到氣泡從溶液中冒出。有關拔開橡皮塞前，看不到氣泡冒出，下列何者最可以解釋此現象？
(A)錐形瓶中化學反應已停止 (B)錐形瓶內反應均已達平衡



【94 基測一】

【99-1】

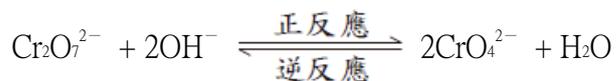
(C)貝殼中 CaCO_3 的成分已完全用盡 (D)錐形瓶內的 CO_2 全部溶解在溶液中

- () 11. 在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4$ (黃色) + $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (橙色) + H_2O + K_2SO_4 之平衡狀態中，下列敘述，何者正確？ (A)加入 NaOH 溶液時，使正反應速率大於逆反應速率 (B)加入 H_2SO_4 溶液，使正反應速率小於逆反應速率 (C)加入 Na_2CO_3 溶液，使正反應速率小於逆反應速率 (D)加入 NaCl 溶液使正反應速率大於逆反應速率。
- () 12. 某反應已達平衡，後因某反應物濃度的增加，造成平衡的改變。則下列敘述，何者錯誤？ (A)被改變的平衡，其正反應速率比較大 (B)新的平衡，生成物的濃度，與原平衡狀況者不同 (C)新的平衡達成後，加入催化劑，則反應向右 (D)達到新的平衡所需的時間，與此成分濃度改變的大小有關。
- () 13. 二鉻酸鉀溶液中加入氫氧化鈉溶液，則此溶液 (A)由橘紅色變為黃色 (B)由黃色變為橘紅色 (C)由黃色變為無色 (D)由黃色變為綠色。
- () 14. 『溴水實驗』反應式為： $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ ；依此反應，下列何者正確？ (A)欲使溶液顏色加深，可加入氫氧化鈉溶液(B)欲使溶液顏色變淺，可加入硫酸溶液(C)加入氫氧化鈉溶液，則 Br_2 的量減少(D)加入硫酸溶液，則 Br^- 之濃度增加。
- () 15. $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 平衡中加入 NaOH 液溶，則 (A)反應仍保持原來的平衡狀態 (B)反應向右移動，溶液由橘紅色變黃色 (C)反應向左移動，溶液由橘紅色變黃色 (D)反應向右移動，溶液由黃色變橘紅色。
- () 16. 某反應已達平衡，反應式為： a 甲(g)+ b 乙(s) \rightarrow c 丙(g)， abc 為平衡系數。今若加大壓力跟提高溫度都會使平衡向右移動，則正確者為： (A)正反應為放熱反應 (B) $a > c$ (C) $a + b < c$ (D) $a < c$ 。
- () 17. 在 2CrO_4^{2-} (黃色) + $2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + H_2O 的平衡反應中，下列敘述何者錯誤？ (A)平衡中加入 HCl 溶液，將使 CrO_4^{2-} 濃度減少 (B)正逆反應仍繼續進行且速率相等 (C)若設法不斷移去生成物，則反應將無法達到平衡 (D)加入食鹽水溶液後，反應向右移動。
- () 18. 化學反應： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，下列敘述何者錯誤？ (A)加入硝酸鉀溶液後，反應不移動 (B) CrO_4^{2-} 在鹼中較安定 (C) pH 減少時 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 較易存在 (D)平衡時， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的莫耳數： CrO_4^{2-} 的莫耳數 = 1：2。
- () 19. 在 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ 反應中，取 316 公克 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的與足量的 HCl 作用，可得到多少公克的 S ？ (A) 32 (B) 64 (C) 158 (D) 316。(原子量： $\text{Na}=23$ ， $\text{O}=16$ ， $\text{S}=32$)
- () 20. 在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4$ (黃色) + $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (橙色) + H_2O + K_2SO_4 之平衡狀態中，下列敘述，何者錯誤？ (A)平衡中加入 NaOH 溶液，溶液將變為黃色 (B)平衡中加入 H_2SO_4 溶液，將使 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 濃度減少 (C)平衡時，正、逆反應速率相等(D)若設法不斷移去生成物，則無法達到平衡。
- () 21. 若可逆反應 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 + \text{熱}$ ，已達平衡，當條件變動時，下列選項何者完全正確？

改變因素	反應方向	正反應速率	逆反應速率
(A)升高溫度	←	↑	↑
(B)加大壓力	→	↑	↓
(C)加入 NO_2	←	↑	不變
(D)移去 N_2O_4	→	↑	不變

化學平衡

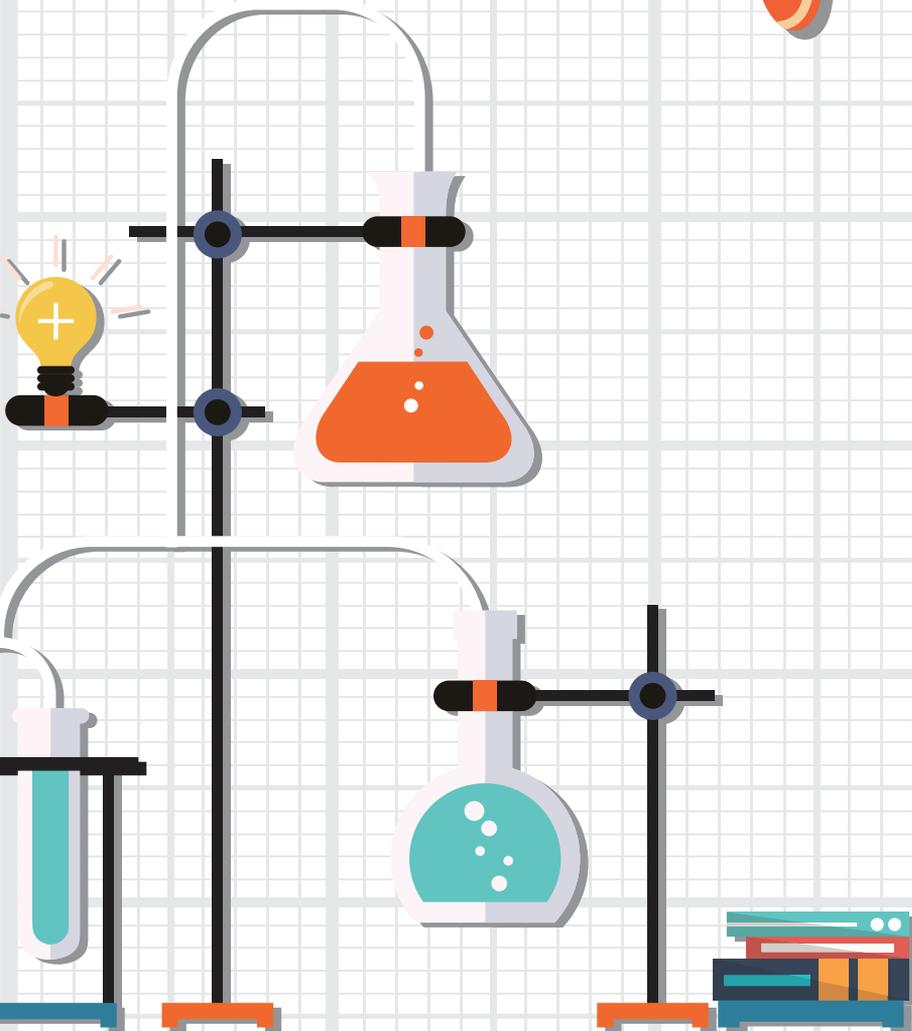
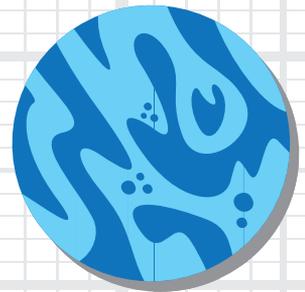
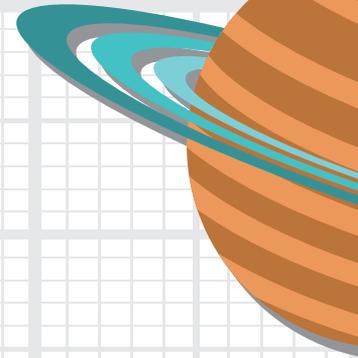
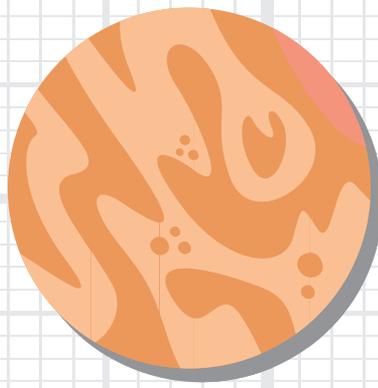
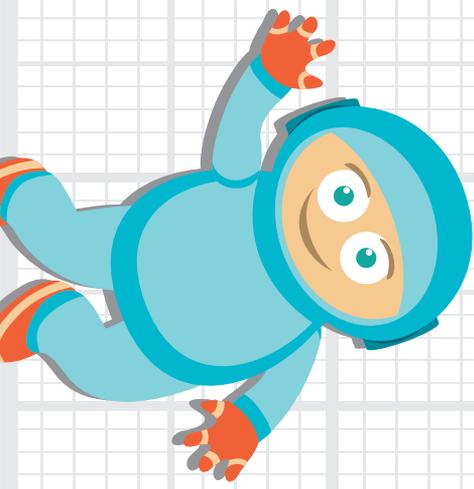
() 22. 室溫時，在含有橘紅色二鉻酸根離子($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)的水溶液中加入氫氧化鈉，會產生黃色的鉻酸根離子(CrO_4^{2-})，達平衡時，其可逆反應表示為：【109 補考】



若對上述水溶液通入二氧化碳，使平衡再次移動，則關於此反應趨向和物質濃度的敘述，下列何者正確？

- (A) 反應向正反應方向進行，達新平衡時， $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ 等於 0
- (B) 反應向正反應方向進行，達新平衡時， $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 增加
- (C) 反應向逆反應方向進行，達新平衡時， $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 等於 0
- (D) 反應向逆反應方向進行，達新平衡時， $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ 增加





廖柏坤資優自然

聯絡資訊:

手機：0920-837430

信箱：skkljoyce@hotmail.com



廖柏坤資優自然

