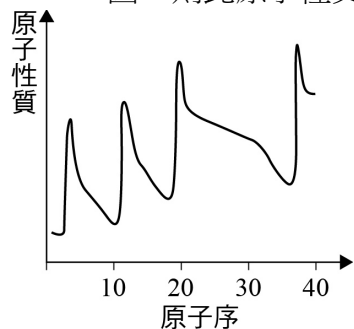


## 112-2 第一次段考大考歷屆

### 一、單選題

- ( ) 1. 原子的性質按照原子序排列會呈現週期性的變化。附圖為某種原子性質依原子序 1-40 作圖，則此原子性質最可能為下列哪一項？

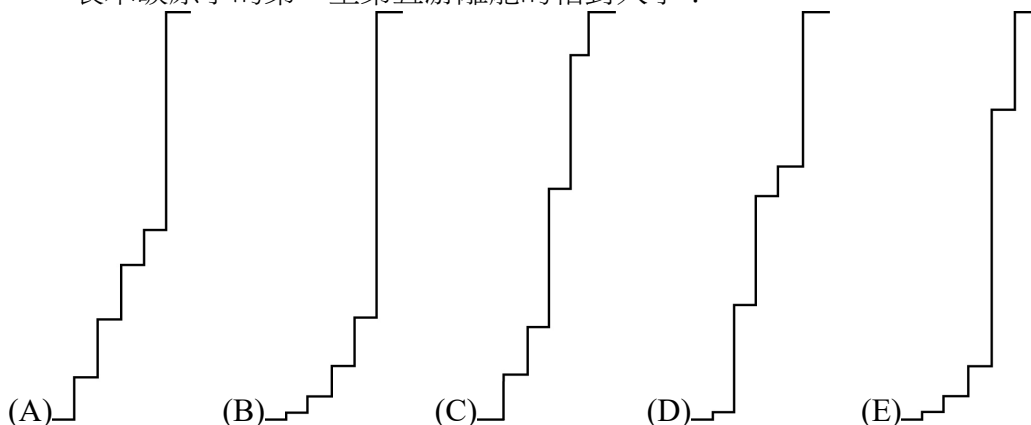


- (A) 質量 (B) 電負度 (C) 原子半徑 (D) 價電子數 (E) 第一游離能

答案：(C)

解析：此圖形最關鍵的提示在原子序 10 與原子序接近 20 的位置上，有最低的“待觀測”數據。(A)原子的質量通常隨著原子序上升而增大（少數例外），故此選項不真；(B)電負度最大值應為 F 原子，但原子序 9 的位置並沒有最高值，故此選項不真；(C)在同週期元素中，A 族元素的半徑會隨著原子序變大而略為變小，且進入下一週期時半徑會突然增大，故此選項符合敘述；(D)價電子數在 A 族元素中應會出現 1、2...8 的重複數據，故此選項不真；(E)原子序 10 的惰性氣體應有該週期元素中最大的第一游離能，故此選項不真。綜合以上敘述，答案(C)為最佳答案。故選(C)。

- ( ) 2. 若以階級高度變化表示游離能大小關係，則下列哪一項的階級高度圖示，由下而上最適合表示碳原子的第一至第五游離能的相對大小？



答案：(B)

解析：元素失去電子的過程會隨著次數增加而需要更多的能量，第一游離能必小於第二游離能，且第二游離能也必小於第三游離能，以此類推可知循序漸增的游離能趨勢應為(B)。故選(B)。

- ( ) 3. 下列哪一個示意圖是基態鉻原子的價電子組態？
- (A)  $4s^1 3d^5$  (B)  $4s^2 3d^4$  (C)  $4s^1 3d^5$  (D)  $4s^2 3d^4$  (E)  $4s^1 3d^5$

答案：(E)

解析： $_{24}\text{Cr}$  之基態電子組態應表  $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$ ，則價電子組態為  $3d^5 4s^1$ 。

- ( ) 4. 只由碳、氫、氮、氧四種元素組成的化合物，可能會有數千種，其中分子量最小且結構符合八隅體學說的化合物，其分子量 (g/mol) 最接近下列哪一數值？ (A)43 (B)45 (C)46 (D)47 (E)49

答案：(A)

解析：C+N+O=12+14+16=42 其餘為 H，

C、H、N、O 四種元素組成最小的化合物，有四種異構物：

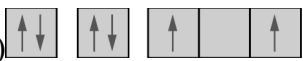



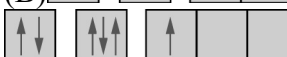
⇒分子量皆為 43 (g/mol)

HN=C=O    HO-C≡N

Isocyanic acid    Cyanic acid

HC≡N+-O-    HO-N≡C-

Fulminic acid    Isofulminic acid

- ( ) 5. 下列的電子組態，何者屬於激發態原子？ (A)  (B)  (C)  (D)  (E) 

答案：(D)

解析：(D)不遵守遞建原理；(E)不存在。

- ( ) 6. 下列何者是鹼土族原子基態的電子組態？ (A)  $1s^2 2s^2 2p^5$  (B)  $1s^2 2s^2 2p^6$  (C)  $1s^2 2s^1 2p^6 3s^1$  (D)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$  (E)  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2$

答案：(D)

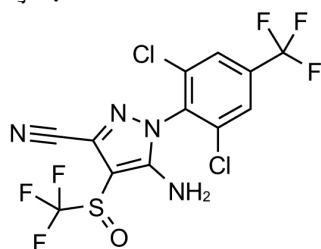
解析：(A) F；(B) Ne；(C) Ne 激發態；(D) Mg；(E) Na 激發態。

- ( ) 7. 原子量為 1 的氫原子含有哪些基本粒子？ (A) 電子、中子 (B) 質子、中子 (C) 質子、電子 (D) 質子、中子、電子 (E) 原子核、中子

答案：(C)

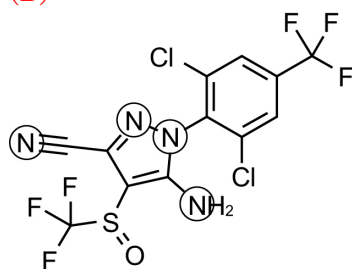
解析： ${}^1_1\text{H} \Rightarrow$  質子數 = 電子數 = 1，中子數 = 1 - 1 = 0  $\therefore$  有 1 個質子與 1 個電子。

- ( ) 8. 附圖是殺蟲劑芬普尼的結構；據此，一個芬普尼分子所含的所有氮原子共有幾對孤對電子？



(A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 8 (E) 10

答案：(B)



解析：

氮原子共有五個價電子，形成三個共價鍵後尚有一對孤對電子。芬普尼中的所有氮原子都與其他原子形成三個共價鍵，故都各有一對孤對電子。芬普尼中共有四個氮原子。故選(B)。

- ( ) 9. 附表為元素週期表的一部分，甲至戊表元素符號，其中甲的原子序為 13。試問右表中，哪一個元素的原子半徑最小？

	甲	乙
丙	丁	戊

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

答案：(B)

解析：原子半徑由左而右遞減，由上而下遞增。

( )10. 下列表格中，哪一個選項的三個元素分別符合表格中所列之條件？

	元素態為網狀固體	導電、導熱性佳	原子半徑為同族最小
(A)	C	Ar	F
(B)	Si	Mg	N
(C)	P	Al	Li
(D)	B	Si	N
(E)	C	Na	Al

(A)A (B)B (C)C (D)D (E)E

答案：(B)

名稱	元素態為網狀固體	導電、導熱性佳	原子半徑為同族最小	符合選項數
(A)	C 網狀固體◎	Ar 非金屬	F 同族最小◎	◎◎
(B)	Si 網狀固體◎	Mg 金屬◎	N 同族最小◎	◎◎◎
(C)	P 粉末固體	Al 金屬◎	Li 同族最小◎	◎◎

解析：

符合 3 選項 ⇒ 故選(B)。

( )11. 附表為甲、乙、丙、丁四種物質的化學鍵類型、沸點、熔點以及在一大氣壓，25℃時的狀態：

物質	化學鍵	沸點	熔點	狀態 (25℃)
甲	共價鍵	-253℃	-259℃	氣體
乙	金屬鍵	3000℃	1535℃	固體
丙	離子鍵	1413℃	800℃	固體
丁	共價鍵	100℃	0℃	液體

根據附表，哪一選項中的物質最可能為單元素分子或分子化合物？ (A)甲、乙 (B)甲、丙 (C)甲、丁 (D)乙、丙 (E)丙、丁

答案：(C)

解析：(1)元素分子或分子化合物由共價鍵形成，通常具有較低的熔、沸點；(2)表中，符合上述性質的有甲及丁，故選(C)。

( )12. 原子的電子組態中，若一軌域僅含一個電子，則此原子具有一個未配對電子。例如氫原子有一個未配對電子。試問氮氣態原子於基態時，其未配對電子數和下列何者相同？

$\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   
 $2s$   $2p_x$   $2p_y$   $2p_z$  (A)硼 (B)碳 (C)鈞 (D)鈦 (E)鎳

答案：(C)

解析： ${}_7\text{N}$ ： $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$  有 3 個

(A)  ${}_5\text{B}$ ： $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$  有 1 個；

(B)  ${}_6\text{C}$ ： $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$  有 2 個；

(C)  ${}_{23}\text{V}$ ： $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow\downarrow$  有 3 個；

(D)  ${}_{22}\text{Ti}$ ： $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow\downarrow$  有 2 個；

(E)  ${}_{28}\text{Ni}$ ： $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow\downarrow$  有 2 個。

( )13. 根據週期表中元素大小的規律性，判斷甲～戊等分子在氣態時的鍵長，則下列鍵長的關係何者正確？

(甲)水 (乙)甲烷 (丙)氨 (丁)氫氣 (戊)氟化氫 (A)甲>乙>丙>丁>戊 (B)甲>丙>戊>乙>丁 (C)乙>丙>甲>戊>丁 (D)乙>丁>丙>戊>甲 (E)乙>甲>戊>丙>丁

答案：(C)

解析：甲～戊五種分子分別是以氫原子與氧、碳、氮、氫、氟形成共價鍵結分子，其鍵結的原子半徑愈大，則鍵長就愈長。

而同族元素，週期數愈小的元素原子半徑愈小；同週期元素，半徑則隨原子序增加而減小。

則原子半徑大小順序為：氫 < 氟 < 氧 < 氮 < 碳。

故鍵長大小順序為：(乙)甲烷 > (丙)氨 > (甲)水 > (戊)氟化氫 > (丁)氫氣。

- ( ) 14. 硼的原子序為 5，平均原子量為 10.81。下列關於硼及其化合物的敘述，何者正確？ (A) 沒有同位素 (B) 中子數為 5 (C) 價電子數為 2 (D)  $\text{BH}_3$  不符合八隅體規則 (E)  $\text{NH}_4\text{BF}_4$  為分子化合物

答案：(D)

解析：(A) 平均原子量為小數，代表有兩種以上的同位素；(B) 有兩種以上的同位素，故中子數也有不只一種可能；(C) 硼為 IIIA 族元素，有三個價電子；(D) B 只與三個 H 形成單鍵，不符合八隅體；(E) 可拆解成  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{BF}_4^-$  兩個離子由離子鍵結合的離子化合物。故選(D)。

- ( ) 15. 某物質不溶於水，富含一種半導體工業所需的重要元素，且所含另一元素是人體不可或缺的成分之一。下列何者最符合以上所述？ (A) 石英砂 (B) 硫化鉛 (C) 氯化鈣 (D) 氧化鐵 (E) 大理石

答案：(A)

解析：半導體常用的元素為矽 Si，人體不可或缺的元素有很多，但本題中含有矽的選項僅有(A)的石英砂( $\text{SiO}_2$ )，故選(A)。

- ( ) 16. X、Y、Z 分別為週期表中，第二與三週期中的三種元素，其原子序之和為 25，在週期表的相對位置如右表。由這三種元素，可組成許多化合物。下列有關這三種元素以及其組成化合物的敘述，哪些正確？

甲、這三種元素中，只有一種是非金屬元素。

乙、Z 容易失去兩個電子，形成  $\text{Z}^{2+}$  離子。

丙、由 Y 與 Z 可以組成氣體分子。

丁、X 的價電子數為 1。

			Y		Z		
X							

(A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 丙丁 (D) 甲丙 (E) 乙丁

答案：(C)

解析：依週期表位置判別，X、Y、Z 元素分別為鈉、碳、氧：

X：鈉  $_{11}\text{Na}$ ，Y：碳  $_6\text{C}$ ，Z：氧  $_8\text{O} \Rightarrow 11+6+8=25$

甲、這三種元素中，碳 C、氧 O 兩種是非金屬元素

乙、氧 O 容易獲得兩個電子，形成  $\text{O}^{2-}$  離子 ( $\text{Z}^{2-}$  離子)

丙、碳 C 與氧 O 可組成氣體分子  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$

丁、鈉 Na 的價電子數為 1 ( $\text{Na}^+$ )

$\Rightarrow$  (C) 丙、丁為正確。

- ( ) 17. 利用電子組態可以描述原子的特性。下列有關電子組態的敘述，何者正確？

(甲) C 原子的基態，其電子組態為  $1s^2 2s^2 2p^2$

(乙) Ne 原子的激發態，其電子組態不可能是  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$

(丙) Mn 原子的基態和  $\text{Mn}^{2+}$  離子的基態皆具有未成對電子 (A) 只有甲 (B) 只有乙 (C) 乙與丙 (D) 甲與丙 (E) 甲與乙

答案：(D)

解析：C 原子的基態  $_6\text{C} : [\text{He}] 2s^2 2p^2 = 1s^2 2s^2 2p^2 \Rightarrow$  甲正確

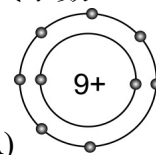
Ne 原子的基態  $_{10}\text{Ne} : [\text{He}] 2s^2 2p^6 = 1s^2 2s^2 2p^6$ ，故  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$  為激發態

$\Rightarrow$  乙不正確

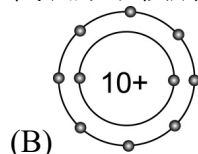
Mn 原子的基態  $_{25}\text{Mn} : [\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ ， $\text{Mn}^{2+}$  離子的基態  $_{25}\text{Mn}^{2+} : [\text{Ar}] 3d^5$ ，

皆具有  $3d^5$  未成對電子  $\Rightarrow$  丙正確  $\Rightarrow$  (D)

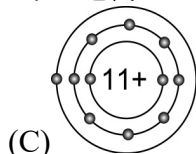
( ) 18. 教學上有時會用電子點式來表示原子結構。下列選項中的阿拉伯數字代表質子數、「+」



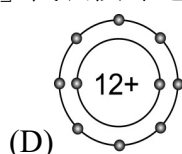
代表原子核所帶的正電荷、「•」代表核外電子，則哪一項代表離子？ (A)



(B)



(C)



(D)

答案：(D)

解析：當原子核內的質子數與核外電子數不同時，即為帶有電荷的離子。選項 D 中，質子數為 12，而核外電子數為 10，是為  $\text{Mg}^{2+}$ 。

( ) 19. 下列有關元素與週期表的敘述，何者正確？ (A) 兩個水分子  $^1\text{H}-^{17}\text{O}-^1\text{H}$  與  $^1\text{H}-^{16}\text{O}-^2\text{H}$ ，所含有中子數的總和相同 (B) Na、Mg、Al 三種金屬元素中，Al 的原子半徑最大 (C) 室溫時，VIIA 族（或第 17 族）元素皆是氣體 (D) 週期表左下方元素，較不易失去電子 (E) 鈹（Be）為類金屬元素

答案：(A)

	質子數 (原子序)	中子數	電子數
$^1\text{H}$	1	0	1
$^2\text{H}$	1	1	1
$^{16}\text{O}$	8	8	(2, 6)
$^{17}\text{O}$	8	9	(2, 6)

解析：

(A) 水分子含中子數的總和：

$$^1\text{H}-^{17}\text{O}-^1\text{H} : 0 + 9 + 0 = 9$$

$$^1\text{H}-^{16}\text{O}-^2\text{H} : 0 + 8 + 1 = 9$$

兩分子所含中子數的總和相同  $\Rightarrow$  (A) 正確

(B) 同列元素半徑：半徑隨原子序增加而變小

主量子數  $n$  相同，核電荷（質子數）增加  $Z \uparrow$ ，半徑  $r \downarrow$ （引力  $>$  斥力）

$\Rightarrow$  半徑： $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$ ，Al 的原子半徑最小

(C) 室溫時，VIIA 族（或第 18 族）元素皆是氣體（鈍氣）

(D) 同族元素：由上而下因原子半徑愈大，引力愈小，失去電子傾向愈大，活性愈大。

同週期元素：由右至左失去電子傾向愈大，金屬性強。

$\Rightarrow$  週期表左下方元素，較易失去電子

(E) 類金屬：硼 B、矽 Si、鍺 Ge、砷 As、銻 Sb、碲 Te、鉈 Po、砹 At

$\Rightarrow$  鈹（Be）不是類金屬元素

( ) 20. 已知氫原子的游離能約為 320 kcal/mol，試問當 1 莫耳氫原子的電子，從  $n=4$  躍遷至  $n=2$  時，所產生的能量變化約為何？ (A) 釋出 60 kcal (B) 吸收 80 kcal (C) 吸收 60 kcal (D) 釋出 80 kcal (E) 釋出 160 kcal

答案：(A)

解析：電子由高能階躍遷至低能階，所釋出能量： $n=4 \rightarrow 2$

$$\Delta E = -320 \times \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2} \right) \text{ (kcal/mol)} = -320 \times \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) = -60 \text{ (kcal/mol)}。$$

( ) 21. 理論的發展故事是一連串早期的實驗，用來幫助「看無法看到的物，瞭解不易瞭解的事」。有關這些故事中的科學家與其重大科學發現或理論，下列哪個選項的組合是錯誤

的？

選項	科學家	發表的內容
(A)	道耳頓	提倡原子學說
(B)	湯姆森	發現電子
(C)	拉塞福	提出原子結構的模型
(D)	波耳	建立量子化的氫原子模型
(E)	門得列夫	提出原子序的意義

(A)A (B)B (C)C (D)D (E)E

答案：(E)

解析：(E)門得列夫依原子量大小排出週期表。

- ( )22. 日常生活中的食衣住行常與自然科學有關，現代如此，過去亦然。世上最早的一部煉丹著作《周易參同契》（西元二世紀）中，記載許多與化學相關的訊息。世上的煉丹師都有不願公開自己經驗的心理，即使有文字流傳，但語焉不詳或故用隱語，使他人難以理解，例如下列句子：

河上姤女 靈而最神 得火則飛 不見埃塵 鬼隱龍匿 莫知所存 將欲制之 黃芽為根  
現代化學家已經解讀出其意義，如右上表。

若「姤女」與「黃芽」進行化學反應，可得到穩定的生成物。試問句中的「姤女」和「黃芽」是哪兩種物質？

隱語	解讀
姤女	是一種元素
河上	形容其具有流動性
得火則飛	指其易於氣化
莫知所存	指其化為氣體
黃芽	是一種元素，其結晶為黃色針狀物

(A)汞、硫 (B)銀、金 (C)鉛、硫 (D)銀、硫

(E)汞、金

答案：(A)

解析：依題表及選項

(1)姤女：選項「汞、銀、鉛」中符合河上（流動性）敘述為“汞”（液態元素）。

(2)黃芽：選項「硫、金」中符合黃色針狀結晶敘述為“硫”。

⇒(A)汞、硫為正確。

- ( )23. 下列有關電子能階的敘述，哪一項錯誤？ (A)電子由高能階降至較低能階時，放出的光具有連續頻率 (B)氫原子的電子距離原子核愈遠，其能階愈高 (C)原子受適當的熱或照光，可使電子躍遷到較高能階 (D)霓虹燈的發光係來自原子核外電子的躍遷 (E)煙火的焰色來自電子的躍遷

答案：(A)

解析：原子光譜：由不同能階的電子躍遷所生成，屬於「線光譜」。

線光譜：只含某些「特殊頻率」電磁波的光譜，呈不連續性線形分布，具有量子化的能階差（位能差如階梯般）。

- ( )24. 有關  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  路易斯結構的敘述，下列何者正確？ (A)都只具有單鍵 (B) $\text{NO}_3^-$  不滿足八隅體規則 (C)中心原子都具有孤對電子 (D)二者的孤對電子數不同 (E)二者的總電子數相同

答案：(E)



八隅體			
(A) $\pi$ 鍵數	有 $\pi = 3 \times 4 - \frac{1}{2} (24) + 1 = 1$	有 $\pi = 3 \times 4 - \frac{1}{2} (24) + 1 = 1$	有雙鍵
(B) 皆滿足八隅體(圈內共含 8 電子)	 皆滿足	 皆滿足	滿足
(C) 孤對電子(中心原子)	無	無	無 L.P.
(D) 孤對電子數	8 對 L.P.	8 對 L.P.	L.P. 相同
(E) 總電子數 E	24 $E = 5 + (6 \times 3) + 1 = 24$	24 $E = 4 + (6 \times 3) + 2 = 24$	$\Rightarrow$ 正確

解析：

《公式

1》  $\pi = 3A - \frac{1}{2}E + 1$        $\pi$  :  $\pi$  鍵數      A : 原子數

《公式 2》  $E = 8B + 2L (+2S)$       E : 價電子總數      B : 共價鍵數 (∴ 八隅體 ∴ 8 個電子)

《公式 3》  $G - 4 = L + \uparrow$       G : 中心原子族數      L : 孤電子對 (1 對電子含 2 個電子)  
 $\uparrow$  : 配位共價鍵數      S : 奇數電子

- ( ) 25. 下列有關離子固體的特性，何者正確？ (A) 固態可導電 (B) 熔點高 (C) 常溫常壓下為熱電的良導體 (D) 具延性及展性

答案：(B)

解析：(A) 不導電；(C) 非導體；(D) 不具延性及展性

- ( ) 26. 近年來，由於新型冠狀病毒在全球各地肆虐，耳溫槍已成為重要的防疫工具。耳溫槍是以量測鼓膜溫度來代表人體的體溫，假若人體鼓膜的輻射能量主要處於 6000~15000 nm 之間，則試問氫原子中的電子在下列哪一種主量子數 n 之間的躍遷，所釋出的電磁波能量與人體鼓膜的輻射能量最接近？( 芮得柏方程式： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ ， $n_2 > n_1$ ，芮得柏常數  $R_H$  約為  $1.0 \times 10^{-2} \text{ nm}^{-1}$ ) (A)  $n=2 \rightarrow n=1$  (B)  $n=3 \rightarrow n=2$  (C)  $n=4 \rightarrow n=3$  (D)  $n=5 \rightarrow n=4$  (E)  $n=6 \rightarrow n=5$

答案：(E)

解析：根據芮得柏公式：

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{R\lambda} = \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}$$

將波長範圍代入，可知  $\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}$  應介於 0.0167~0.0067

$$n=6 \rightarrow n=5, \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2} = 0.0122。$$

故選(E)。

- ( ) 27. 某些離子的半徑如附表所示(單位： $10^{-10} \text{ m}$ )，甲、乙、丙、丁為根據表中資料所作的敘述或推論，下列哪一選項正確？

離子	$O^{2-}$	$F^{-}$	$Na^{+}$	$Mg^{2+}$	$Al^{3+}$	$S^{2-}$	$Cl^{-}$	$K^{+}$	$Ca^{2+}$
半徑	1.40	1.33	1.02	0.66	0.51	1.84	1.81	1.51	1.00

甲：表中共有 5 個離子的核外電子數為 18

乙：電子數相同的陽離子，原子序愈大者，半徑愈小

丙：具相同電子排列的陰離子，其半徑隨原子序的增大而變大

丁：同一族的離子，當電荷相同時，其半徑隨原子序的增大而變大 (A)甲乙 (B)丙丁 (C)甲丙 (D)乙丁 (E)甲丁

答案：(D)

					${}^8O^{2-}$ (2, 8)	${}^9F^{-}$ (2, 8)	${}^{10}Ne$ (2, 8)
${}^{11}Na^{+}$ (2, 8)	${}^{12}Mg^{2+}$ (2, 8)	${}^{13}Al^{3+}$ (2, 8)			${}^{16}S^{2-}$ (2, 8, 8)	${}^{17}Cl^{-}$ (2, 8, 8)	${}^{18}Ar$ (2, 8, 8)
${}^{19}K^{+}$ (2, 8, 8)	${}^{20}Ca^{2+}$ (2, 8, 8)						

解析：

甲：表中共有 4 個離子的核外電子數為  $18 = (2, 8, 8)$ ： $S^{2-}$ 、 $Cl^{-}$ 、 $K^{+}$ 、 $Ca^{2+}$

乙：電子數相同的陽離子，原子序愈大者（引力愈大），半徑愈小

丙：具相同電子排列的陰離子，其半徑隨原子序的增大（引力愈大）而變小

丁：同一族的離子，當電荷相同時，其半徑隨原子序的增大（電子層數  $n$  愈多）而變大  
正確  $\Rightarrow$  故選(D)乙丁。

- ( ) 28. 某氮氧化合物的一分子中含有 38 個電子。試問該氮氧化合物是下列的哪一選項？ (A)NO (B)NO<sub>3</sub> (C)N<sub>2</sub>O (D)N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (E)N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

答案：(D)

解析：原子為電中性，故質子數（原子序）= 電子數； $N = 7$ 、 $O = 8$

原子序：N 為 7（電子數 7 個）、O 為 8（電子數 8 個）

設「氮氧化合物」為  $N_xO_y$ ， $\therefore$  總電子數： $7x + 8y = 38$ ，可得  $x = 2$ 、 $y = 3 \Rightarrow N_2O_3$ 。

化合物	N 電子數 (7x)	O 電子數 (8y)	總電子數 (7x + 8y)
NO	$7 \times 1$	$8 \times 1$	15
NO <sub>3</sub>	$7 \times 1$	$8 \times 3$	31
N <sub>2</sub> O	$7 \times 2$	$8 \times 1$	22
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$7 \times 2$	$8 \times 3$	38
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$7 \times 2$	$8 \times 5$	54

- ( ) 29. 當原子的電子由激發態躍遷至基態時，會將多餘的能量以光的形式釋出，這種現象為電子躍遷的一種。氫原子在下列哪一種主量子數  $n$  之間的電子躍遷，所產生光譜的波長最短？  
 $= 4 \rightarrow n=2$  (B) $n=3 \rightarrow n=1$  (C) $n=4 \rightarrow n=3$  (D) $n=3 \rightarrow n=2$  (E) $n=2 \rightarrow n=1$

答案：(B)

解析： $E = h\nu$ 、 $C = \nu \lambda$

$\lambda$  波長最短  $\Rightarrow \nu$  頻率最大 ( $\nu \propto \frac{1}{\lambda}$ )  $\Rightarrow E$  能量最大 ( $E \propto \nu$ )

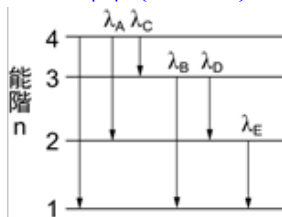
$\lambda_A$ ： $n$  由  $(4 \rightarrow 2)$

$\lambda_B$ ： $n$  由  $(3 \rightarrow 1) \Rightarrow$  (B) 能量最大、波長最短

$\lambda_C$ ： $n$  由  $(4 \rightarrow 3)$

$\lambda_D$ ： $n$  由  $(3 \rightarrow 2)$

$\lambda_E$ ： $n$  由  $(2 \rightarrow 1)$



由圖知： $\lambda_B > \lambda_A > \lambda_E > \lambda_D > \lambda_C$



- ( )30. 若一基態的氫原子吸收波長為 94.91 nm 的光子躍遷至較高能階，先釋放出第一個波長為 1282 nm 的光子，到達某一個能階，然後再釋放出第二個光子回到基態。下列有關此第二光子波長數值範圍的敘述，何者正確？ (A)  $95 \leq \lambda < 120$  (B)  $120 \leq \lambda < 300$  (C)  $300 \leq \lambda < 480$  (D)  $480 \leq \lambda < 600$  (E)  $\lambda > 600$

答案：(A)

解析： $1 \div 94.91 = 1.097 \times 10^{-2} \times [(1 \div 1^2) - (1 \div n^2)]$ ， $[(1 \div 1^2) - (1 \div n^2)] = 0.96 \quad \therefore n = 5$

第一個釋放光子： $5 \rightarrow n_1$

$1 \div 1282 = 1.097 \times 10^{-2} \times [(1 \div n_1^2) - (1 \div 5^2)]$ ， $[(1 \div n_1^2) - (1 \div 5^2)] = 0.071 \quad \therefore n_1 = 3$

第二個釋放光子： $3 \rightarrow 1$

$1 \div \lambda = 1.097 \times 10^{-2} \times [(1 \div 1^2) - (1 \div 3^2)] \quad \therefore \lambda = 102.55 \text{ nm} \Rightarrow (A)$

- ( )31. 鈉、鎂及鋁三種物質的第 n 游離能分別為 1090.3、346.6 及 434.2 kcal / mol。試問 n 為何？ (A)一 (B)二 (C)三 (D)四 (E)五

答案：(B)

解析：內層電子之游離能遠大於外層電子之游離能。

$1090.3 > 434.2 > 346.6$ ，Na 只有 1 個價電子， $n=2$  時為內層電子；Mg 有 2 個價電子， $n=2$  時為外層電子；Al 有 3 個價電子， $n=2$  時為外層電子

- ( )32. 以鋰金屬為負極材料的鈕扣型電池，具有小而輕、能量密度高以及放電穩定的優點。原因除鋰的原子量小且為密度最輕的固態金屬性質外，鋰原子的電子組態也是需要瞭解的環節。而鋰原子的某些電子組態如下：

甲： $1s^1 2s^2 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^0$  乙： $1s^0 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^0$

丙： $1s^0 2s^1 2p_x^2 2p_y^0 2p_z^0$  丁： $1s^2 2s^1 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^0$

下列哪一項依序為能量最高和最低的組態？ (A)丙和丁 (B)乙和丁 (C)丙和甲 (D)乙和甲 (E)甲和丁

答案：(A)

解析：軌域能量： $1s < 2s < 2p_x = 2p_y = 2p_z$ 。甲：(2s、2s、1s) 激態，乙：(2p<sub>x</sub>、2s、2s) 激態，丙：(2p<sub>x</sub>、2p<sub>x</sub>、2s) 激態（最高），丁：(2s、1s、1s) 基態（最低）。故能量大小：丙 > 乙 > 甲 > 丁。

- ( )33. 碳與矽是屬於同一族的元素，下列有關這兩種元素氧化物的敘述，何者正確？ (A)二氧化矽是一種網狀固體 (B)二氧化碳的熔點比二氧化矽的熔點高 (C)室溫時，二氧化碳與二氧化矽都是氣體 (D)室溫時，二氧化碳是氣體，而二氧化矽是液體

答案：(A)

解析：SiO<sub>2</sub> 為簡式，CO<sub>2</sub> 為分子式。

- ( )34. 附表為週期表的一部分，試問下列有關該五種元素及其化合物性質的敘述，哪一項正確？

B		
Al		P
Ga		As

(A)As 屬於金屬元素 (B)電負度最大者為 Ga (C)第一游離能最小者為 B (D)非金屬性質最強者為 P (E)氫氧化鋁可溶於酸性溶液，但不溶於鹼性溶液

答案：(D)

解析：(A) As 砷應為介於金屬與非金屬間的類金屬元素。

(B)表中電負度最大者為 P (2.2)，不是 Ga (1.8)。

(C)表中第一游離能最小者應為 Ga (578.8 kJ/mol)，不是 B (800.6 kJ/mol)。

(D)表中非金屬性最強者為 P。

(E)氫氧化鋁為兩性化合物，既可溶於強酸，也可溶於強鹼。

故選(D)。

( ) 35. 已知五種電中性的原子，其基態的電子組態如甲～戊所示：

甲、 $1s^2 2s^2 2p^4$  乙、 $1s^2 2s^1$

丙、 $1s^2 2s^2 2p^2$  丁、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

戊、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

下列有關此五種原子的敘述，哪一項正確？ (A)戊原子為過渡金屬 (B)甲原子的第一游離能小於丁原子的第一游離能 (C)乙原子的電子組態由  $1s^2 2s^1$  改變成為  $1s^1 2s^2$  時，會放出能量 (D)丙原子 2p 的兩個電子皆是填入  $2p_x$  軌域中 (E)某原子的第一及第二游離能差異極大，則此原子最可能為乙

答案：(E)

解析：可由電子組態判斷甲～戊的元素符號及其原子序。

甲	乙	丙	丁	戊
${}_8\text{O}$	${}_3\text{Li}$	${}_6\text{C}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{33}\text{As}$

(A)戊為 As 砷，為典型元素之類金屬；

(B)游離能的趨勢為：愈往週期表右上，游離能愈大。故甲 > 丁；

(C)  $1s^2 2s^1 \xrightarrow{\text{吸收能量}} 1s^1 2s^2$ ；  
穩定 不穩定

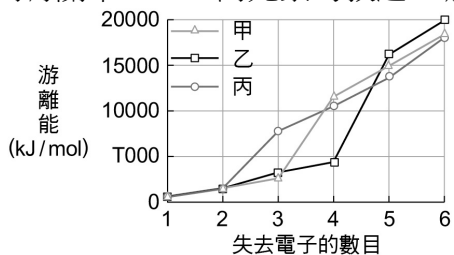
(D)依據洪德原則，電子填入相同軌域時，應該先填滿一半同方向，再填另一方向，並非直接成對填入相同軌域；

(E)某原子的第 n 游離能特別大，表示其為 n-1 族元素。Li 的第二游離能，是將鈍氣組態的  $\text{Li}^+$  再移去一個電子，因此能量會特別大。

$\text{Li} \xrightarrow{\text{IE}_1} \text{Li}^+ \xrightarrow{\text{IE}_2} \text{Li}^{2+}$

1A 8A

( ) 36. 甲、乙、丙為週期表中第三列的三種元素，附圖表示其游離能與失去電子數目的關係。下列有關甲、乙、丙元素的敘述，哪一選項錯誤？



(A)甲的原子半徑比丙小 (B)乙的電負度比丙大 (C)甲的氧化物可溶於強酸中，亦可溶於強鹼中 (D)乙與碳形成的化合物具有高熔點、高沸點和高延展性的特性 (E)丙元素的氧化物溶於水呈鹼性

答案：(D)

解析：週期表第三列元素：

Na、Mg、Al、Si、P、S、Cl、Ar

原子游離能 IE 大幅增加前之  $\text{IE}_n$ ，n 即為其「價電子數」

例： $\text{IE}_n \ll \text{IE}_{(n+1)}$

甲、乙、丙圖中，游離能大幅增加前，分別為：

甲： $\text{E}_3 \Rightarrow \text{Al}$

乙： $\text{E}_4 \Rightarrow \text{Si}$

丙： $\text{E}_2 \Rightarrow \text{Mg}$

(A)同列元素半徑：原子序增加  $\Rightarrow$  原子半徑漸減：Mg 丙 > Al 甲 > Si 乙；(B)同列元素電負度：原子序增加  $\Rightarrow$  電負度增加：Mg 丙 < Al 甲 < Si 乙；(C)甲的氧化物  $\text{Al}_2\text{O}_3$  為兩性化合物，可溶於強酸、強鹼中

$\text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + 6 \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

$\text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + 2 \text{OH}^-_{(aq)} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_4^-_{(aq)}$ ；(D)碳化矽 SiC 俗稱金剛砂，網狀共價化合物具有高熔點 2830 °C、沸點，但延展性差。加氮、磷可以形成 n 型半導體，加硼、鋁、鎵、鉍形成 p 型半導體；(E)丙的金屬氧化物 MgO 溶解於水呈鹼性  $\text{MgO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{OH}^-_{(aq)}$

## 二、題組

### 1. 題組

元素週期表之前三週期的最後元素分別為氦、氖、氬，而其對應原子序為 2、10、18，已知甲、乙、丙是週期表上相鄰的三種元素，甲與乙是同週期的元素，乙與丙是同主族的元素。

( ) (1) 該三種元素的原子序之和為 27，則甲、乙、丙在週期表中的相對位置，最多有幾種可能？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

( ) (2) 承上題，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？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

答案：(1)(B)；(2)(A)

解析：(1) 甲與乙是同週期  $\Rightarrow$  原子序和為「奇數」 $\Rightarrow$  丙原子序為「偶數」

前三週期相鄰的三種元素  $\Rightarrow$  2 種 ( $27 = 4 + 11 + 12 = 6 + 7 + 14$ )

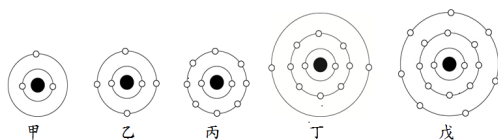
	${}_4\text{Be}$		${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$
${}_{11}\text{Na}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{14}\text{Si}$		

(2)  ${}_4\text{Be}$  鈹、 ${}_{11}\text{Na}$  鈉、 ${}_{12}\text{Mg}$  鎂，均為金屬元素。

${}_6\text{C}$  碳、 ${}_7\text{N}$  氮、 ${}_{14}\text{Si}$  矽，均為非金屬元素。

### 2. 題組

甲、乙、丙、丁、戊代表五種不同元素，其原子的電子排列如附圖。圖中「●」代表原子核，「○」代表核外電子。



( ) (1) 在常溫常壓下，哪一個是化學活性最大的非金屬元素？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

( ) (2) 下列有關此五種元素的敘述，哪一項正確？ (A) 甲易與其他元素結合成分子化合物 (B) 某元素 X 的同位素有 8 個中子，且此同位素的質量數為 14，則 X 為乙 (C) 丙不安定，易與其他元素反應生成化合物

(D) 丁通常失去一個電子與鹵素反應形成離子化合物 (E) 戊位於週期表的第二週期

答案：(1)(E)；(2)(B)

解析：(1) 原子序 = 質子數 = 電子數

甲 (2, 1)  $\Rightarrow 2 + 1 = 3 \Rightarrow$  I A 鋰 Li 活性大/金屬

乙 (2, 4)  $\Rightarrow 2 + 4 = 6 \Rightarrow$  IVA 碳 C 活性中/非金屬

丙 (2, 8)  $\Rightarrow 2 + 8 = 10 \Rightarrow$  VIIIA 氖 Ne 活性小/非金屬

丁 (2, 8, 2)  $\Rightarrow 2 + 8 + 2 = 12 \Rightarrow$  IIA 鎂 Mg 活性大/金屬

戊 (2, 8, 7)  $\Rightarrow 2 + 8 + 7 = 17 \Rightarrow$  VIIA 氯 Cl 活性大/非金屬  $\Rightarrow$  (E)

(2) (A) 甲 Li 為金屬，不與其他元素結合成「分子化合物」（非金屬—非金屬），但可與 C、Cl 元素結合成「離子化合物」（金屬—非金屬）；(B) 原子序（質子數）= 質量數—中子數 =  $14 - 8 = 6 \Rightarrow$  碳 C（乙）；(C) 丙 Ne 為鈍氣性質安定，不與其他元素反應；(D) 丁 Mg 最外層具有 2 個價電子，易失去 2 個電子與鹵素反應形成離子化合物；(E) 戊 Cl 位於週期表的第三週期。

### 3. 題組

現有 X, Y, Z, W, T, Q 六種元素，其相關敘述如下：

X 和 Y 均為第三週期的元素，其價電子數分別為 2 和 7；Z, W, T 均為第二週期元素，其價電子數依序為 4, 5, 6；Q 為第一週期的元素。根據以上資訊回答下列問題。

( ) (1) 下列有關 X 與 Y 所形成之化合物的敘述，何者錯誤？ (A) 此化合物中 X 與 Y 之間的鍵結屬於離子鍵 (B) 此化合物易溶於水 (C) 將此化合物加熱成熔融態，則可導電 (D) 此化合物具有延展性

(E)此化合物之化學式可以  $XY_2$  表示

( ) (2) 下列化學式代表由這些元素所形成的分子，其中哪一個分子的路易斯結構不具有孤電子對？ (A) QY (B) ZQ<sub>4</sub> (C) WQ<sub>3</sub> (D) ZT<sub>2</sub> (E) T<sub>2</sub>

答案：(1)(D)；(2)(B)

解析：(1) 依說明列出 X、Y、Z、W、T 於週期表之位置及元素。

註：由下題 Q 可形成化合物，推斷為 H。

1	2	3	4	5	6	7	8
Q (H)							
			Z (C)	W (N)	T (O)		
	X (Mg)					Y (Cl)	

(A)(B)(C)(E)  $XY_2$  之間的鍵結屬於離子鍵「金屬-非金屬」、

易溶於水、熔融態可導電；(D) 離子鍵不具延展性。

	(A) QY	(B) ZQ <sub>4</sub>	(C) WQ <sub>3</sub>	(D) ZT <sub>2</sub>	(E) T <sub>2</sub>
分子式	HCl	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
路易斯結構	H— $\ddot{C}l$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H-C-H \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H-\ddot{N}-H \end{array}$	$\ddot{O}=C=\ddot{O}$	$\ddot{O}=\ddot{O}$
孤電子對	3	0	1	4	4

(2)

4. 化學元素週期表的前三週期如下表所示。已知原子序 1~18 的元素，其第一主層原子軌域可填入 2 個電子，第二主層原子軌域可填入 8 個電子，第三主層原子軌域可填入 8 個電子。甲與乙為下列週期表中的兩元素。甲原子的最外兩主層的電子數均為 2，乙原子為地殼中主要的元素之一，其最外主層電子數是次外主層電子數的 3 倍。

1 H							2 He
3 Li	4 Be						
11 Na	12 Mg						
		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar

根據上文所述，並參考所附之週期表，回答下列問題。

( ) (1) 下列何者為甲元素？ (A) Li (B) Na (C) C (D) Be (E) Mg

( ) (2) 已知由甲、乙兩元素所構成的化合物，在常溫常壓時為固體。下列敘述何者正確？ (A) 元素乙屬於鹵素族 (B) 元素乙的電子數為 4 (C) 元素甲與乙組成的化合物為 MgO (D) 元素甲與乙組成的化合物為 MgCl<sub>2</sub> (E) 元素甲與乙組成的化合物屬於離子化合物

答案：(1)(D)；(2)(E)

解析：(1)(A) Li：(2, 1)；(B) Na：(2, 8, 1)；(C) C：(2, 4)；(D) Be：(2, 2)；(E) Mg：(2, 8, 2)。最外兩主層的電子數均為 2 者即 (2, 2)，故甲原子為鈹 Be。

(2) 乙元素 O：(2, 6)。(A) 氧族；(B) 電子數為 8；(C)(D) 元素甲與乙組成的化合物為 BeO；(E) 離子化合物：IA (或 IIA) 與 VIIA 化合、IA (或 IIA) 與 O 化合...等化合物。

## 5. 題組

共價化合物通常是由幾種非金屬元素結合而成；離子化合物通常是由金屬元素和非金屬元素結合而成。

( ) (1) X、Y 是位於相差一個週期的兩個元素，且原子序均小於 20，其離子的價電子層相差兩層。已知 Y 的原子序大於 X 的原子序，且 Y 是由共價鍵結合成的元素。試由此推測下列敘述，哪些正確？(應選 2 項) (A) Y 是非金屬元素 (B) X 容易成為陰離子 (C) X 離子由內層到外層的電子數為 2、8、8 (D) Y 離子的電子數可為 2 (E) Y 可以屬於第 3 週期

( ) (2) 今有價電子數為 1 的原子 Q 與價電子數為 6 的原子 R，且 Q 與 R 的原子序均小於 20，則由其結合而成的化合物型態，有哪些可能？(應選 2 項) (A) Q<sub>2</sub>R 型共價化合物 (B) QR<sub>2</sub> 型離子化合物 (C) QR<sub>6</sub> 型共價化合物 (D) QR<sub>2</sub> 型共價化合物 (E) Q<sub>2</sub>R 型離子化合物 (F) QR<sub>6</sub> 型離子化合物

答案：(1)(A)(E)；(2)(A)(E)

	$X \rightarrow X^{+m} + m e^{-}$	$Y + n e^{-} \rightarrow Y^{-n}$
《假設 1》	第一列 (H)	第二列 (非金屬)
離子的電子層	0	2、8
《假設 2》	第二列 (金屬)	第三列 (非金屬)
離子的電子層	2	2、8、8

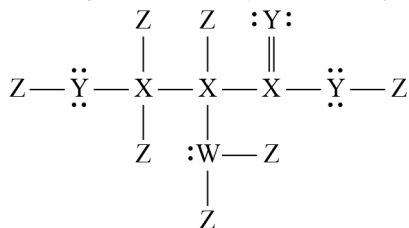
(E)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  型離子化合物

[illegible]

戊、戊

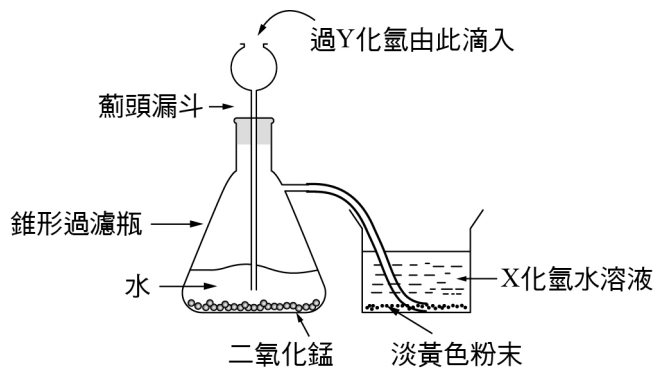
與戊共用價電子： $\text{戊} \times \times \times \times$ ，均為 Ar 的電子數

( ) 1. 附圖是某分子的結構式，W、X、Y、Z 代表四種不同的原子，已知此分子是組成蛋白質的基本單元之一。下列敘述哪些正確？（應選 3 項）



( ) 2. 某生欲探究同族的 X 元素與 Y 元素的週期規律性，設計了以下的實驗：先在圖 8 中的過濾瓶中置入少許二氧化錳，由薊頭漏斗加水，使水位略高於薊頭漏斗的長管底部，然後由薊頭漏斗慢慢倒入含有 Y 與氫組成的過 Y 化氫水溶液，將產生的氣體導入附圖中裝有 X 與氫組成的 X 化氫水溶液的燒杯中會產生淡黃色粉末。下列有關此實驗的敘述哪些正確？  
(應選 3 項)





(A)X 元素的非金屬性大於 Y 元素 (B)X 元素較 Y 元素易失去價電子 (C)X 元素的原子半徑小於 Y 元素的原子半徑 (D)錐形過濾瓶中反應所產生的氣體具助燃性 (E)無色氣體與淡黃色粉末皆為共價分子物質

答案：(B)(D)(E)

解析：提示一：過 Y 化氫會被二氧化錳催化產生氣體

提示二：X 化氫的水溶液與過 Y 化氫產生的氣體反應會產生黃色粉末

提示三：X、Y 同一族⇒ Y 應為氧、X 應為與氧同族的硫。

錐形瓶中反應：



燒杯中反應：

$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{S}$  (氧化還原反應)；(A)同族元素非金屬性隨原子序增加而減少(半徑愈大、引力愈小)，故  $Y > X$ ；(B)同族元素半徑愈大，愈容易失去電子，故 X 較易失去電子；(C)X 為第三週期、Y 為第二週期，故 X 半徑較大；(D)過氧化氫經由二氧化錳催化後可分解得到氧氣，具有助燃性；(E)無色氣體為  $\text{O}_2$ 、淡黃色粉末為硫元素，皆屬於分子物質

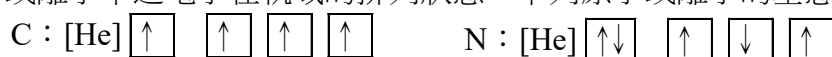
- ( ) 3. 下列有關  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  和  $\text{NaCl}$  三種化合物的敘述，哪些正確？(應選 3 項) (A)NaCl 為離子化合物 (B) $\text{NH}_4\text{Cl}$  為分子化合物 (C) $\text{Na}_2\text{SO}_4$  為離子化合物 (D) $\text{NH}_4\text{Cl}$  中的氮原子與氫原子之間以共價鍵鍵結 (E) $\text{Na}_2\text{SO}_4$  中的硫原子與氧原子之間以離子鍵鍵結

答案：(A)(C)(D)

解析：(A)(B)(C)  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  皆為離子化合物。

(D)(E)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  中的 N—H、S—O 原子間皆為「共價鍵」，因「非金屬—非金屬」鍵結為共價鍵。

- ( ) 4. 電子組態是原子或離子中之電子在軌域的排列狀態，下列原子或離子的基態電子組態，哪



些正確？ (A)

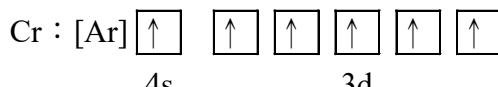
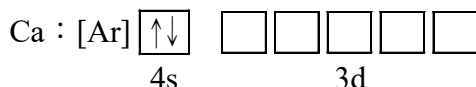
2s

2p

(B)

2s

2p



(C)

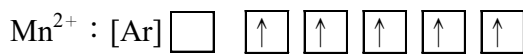
4s

3d

(D)

4s

3d



(E)

4s

3d

答案：(C)(D)(E)

解析：(1)遞建原理：電子先填滿低能階軌域，再填入高能階軌域

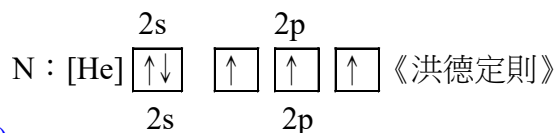
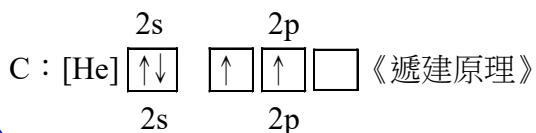
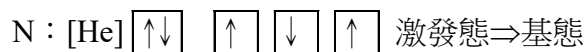
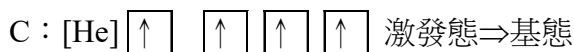
週期表法：由低能軌域依次填入： $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p$

(2)包立不相容原理：每一軌域至多能容納 2 個電子，且自旋方向相反

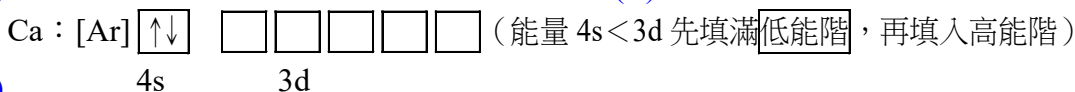
(3)洪德定則：同能階軌域（如： $2p_x$ ， $2p_y$ ， $2p_z$ ），電子先以「相同自旋方向」

填入不同方位的空軌域（不成對），而不先填入半滿軌域，待各軌域均半滿後（均有一個電子），再以「相反自旋方向」的電子填入而成對，稱為基態。；

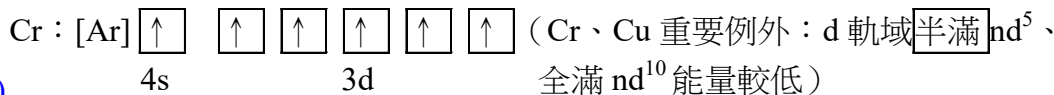




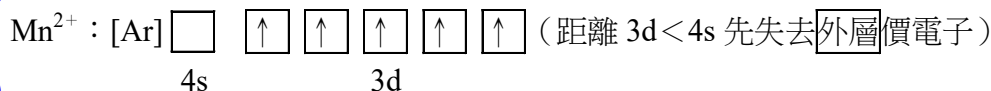
(A) ; (B) ;



(C) ;



(D) ;



(E)

- ( ) 5. 在 2010 年, 諾貝爾獎頒給發現及開創研究石墨烯的科學家, 石墨烯是個單層的石墨。下列有關石墨烯的敘述, 哪些正確? (A) 石墨烯中的碳具有  $sp^2$  混成軌域 (B) 石墨烯與石墨具有相似的機械強度 (C) 石墨烯與石墨具有相似的不透明黑色 (D) 石墨烯中的碳-碳鍵序 (鍵數) 介於單鍵與雙鍵之間 (E) 石墨烯只具有單原子層, 所以是不導電的分子

答案: (A)(D)

解析: (A) 石墨烯即單層石墨, 則其中的碳原子亦均以  $sp^2$  混成鍵結。

(B) 石墨烯的機械強度高於石墨, 兩者並不相同。由於石墨烯為單層石墨結構, 其材料強度來自於共價鍵結構, 而石墨因層狀結構間以凡得瓦力維繫, 使其材料的機械強度遠低於石墨烯。

(C) 石墨烯為透明材料, 但石墨不透明。

(D) 石墨烯的碳-碳鍵數與石墨相同, 皆為  $4/3$  鍵, 介於單鍵與雙鍵之間。

(E) 石墨烯為良好的導體材料, 其導電度甚至比銀還高。

故本題應選(A)(D)。

- ( ) 6. 物質可依鍵結與物理性質 (如: 狀態、熔點、沸點、導電性與延展性等) 分類。下表為甲、乙、丙、丁四種物質的物理性質:

物質	狀態 (25°C)	沸點 (°C)	熔點 (°C)	導電性
甲	氣態	-252	-259	不導電
乙	固態	3000	153	固態時不導電, 水溶液可導電
丙	固態	1420	845	固態時可導電
丁	液態	100	0	不導電

已知甲為雙原子分子, 且為水分子中的一元素, 則下列有關表中甲、乙、丙、丁的敘述, 哪些正確? (應選 3 項) (A) 甲為共價分子 (B) 乙為共價分子化合物 (C) 丙為金屬 (D) 丁為共價分子化合物 (E) 乙與丙皆具延展性

答案: (A)(C)(D)

解析: 甲: 氣態 25°C、不導電 $\Rightarrow$ 共價分子 $\Rightarrow$ 選(A) 乙: 固態 25°C、固態時不導電, 水溶液可導電 $\Rightarrow$ 離子化合物 (無延展性)

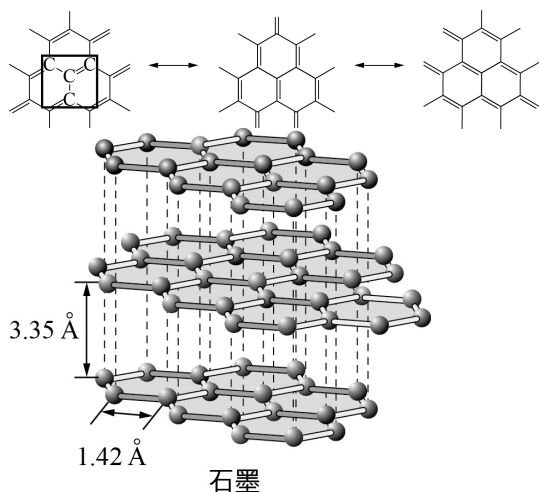
丙: 固態 25°C、固態時可導電 $\Rightarrow$ 金屬 $\Rightarrow$ 選(C) (延展性)

丁: 液態 25°C、不導電 $\Rightarrow$ 共價分子/熔沸點 (0°C/100°C) $\Rightarrow$ 水分子 $\Rightarrow$ 選(D)

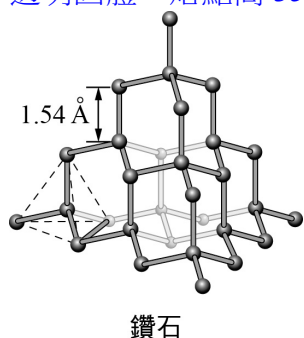
- ( ) 7. 鑽石與石墨是碳的共價網狀固體。其中, 鑽石質地堅硬, 而石墨是易脆的物質。下列有關兩者的敘述, 哪些正確? (應選 3 項) (A) 石墨具有導電性, 鑽石則否 (B) 鑽石與石墨都是高熔點的固體 (C) 鑽石是三維網狀排列, 而石墨是二維層狀排列 (D) 鑽石的每個碳原子連接三個碳原子, 而石墨的每個碳原子連接四個碳原子 (E) 鑽石中碳原子間連接形成的幾何結構為三角形, 而石墨中碳原子間連接形成的幾何結構為四面體形

答案: (A)(B)(C)

解析: 石墨: 二維層狀排列 (平面結構),  $sp^2$  每個碳原子連接 3 個碳原子, 呈三角形,  $1\frac{1}{3}$  鍵數。灰黑色具有金屬光澤的片狀晶體, 熔點 3652~3697°C 間, 每個碳原子以 p 軌域重疊形成  $\pi$  鍵, 可於平面方向自由移動, 是電和熱的良導體, 垂直平面方向為絕緣體。

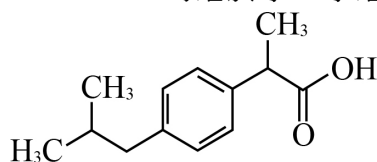


鑽石：三維網狀排列（立體結構）， $sp^3$  每個碳原子連接 4 個碳原子，呈四面體形，1 鍵數。無色透明固體，熔點高  $3550^\circ\text{C}$ 、不導電，硬度、導熱性皆高居元素第一名。



(D) 鑽石  $sp^3$  的每個碳原子連接四個碳原子，而石墨  $sp^2$  的每個碳原子連接三個碳原子；(E) 鑽石中碳原子間連接形成的幾何結構為四面體形  $sp^3$ ，而石墨中碳原子間連接形成的幾何結構為三角形  $sp^2$ 。

- ( ) 8. 布洛芬是一種市面上常見的消炎止痛藥成分，其化學結構如附圖。此分子的化學式為  $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$ ，可溶於水，水溶液為酸性。下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



- (A) 此分子骨架中的碳-碳鍵是以共價鍵形式結合 (B) 其水溶液為酸性，與結構中的羧基有關 (C) 結構中氧原子與氫原子間是以離子鍵的形式結合，因此此分子的固態為離子晶體 (D) 此分子六員環上的碳，其路易斯結構具有孤電子對 (E) 此分子具有雙鍵，因此有順-反異構物之存在

答案：(A)(B)

解析：(C) 固態有機酸分子屬共價分子，羧基為官能基具有極性，能產生氫鍵；(D) 此分子六員環上的碳以  $sp^2$  分別 2 個 C、1 個 H（未標示），故不具孤電子對；(E) 中央 3 雙鍵屬於苯環，右邊雙鍵為羧基  $-\text{COOH}$ ，無  $\text{C}=\text{C}$  雙鍵，故無順-反異構物，但有鏡射異構物。故選 (A)(B)。

- ( ) 9. 金屬原子的離子化傾向較大者較易成離子。下列與離子化傾向較大的金屬原子相關的敘述，哪些正確？（應選兩項） (A) 較易被還原 (B) 較易被氧化 (C) 較易失去電子 (D) 較易獲得電子 (E) 較易當酸

答案：(B)(C)

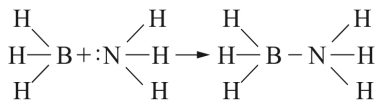
解析：(B)(C) 離子化傾向大代表活性愈大者，故易被氧化和失去電子。

- ( ) 10. 價電子數相等的物質常有相似的結構，例如  $\text{H}_3\text{BNH}_3$  與乙烷具有相等價電子數與相似的結構。另外，簡式  $\text{BN}$  與  $\text{C}_2$  有相等價電子數，故氮化硼也能形成與石墨和金剛石相似的結構。下列相關敘述，哪些正確？（應選 3 項） (A)  $\text{H}_3\text{BNH}_3$  分子有 1 對孤對電子 (B)  $\text{H}_3\text{BNH}_3$  分子具有一個 B-N 單鍵 (C)  $\text{H}_3\text{BNH}_3$  分子的路易斯結構符合八隅體規則 (D)  $\text{BN}$  形成類似石墨結構時，硼原子間互相聯結，氮原子間也互相聯結，各自形成平面

網狀的層狀構造，硼層與氮層之間無共價鍵結存在 (E)BN 形成類似金剛石結構時，每個氮原子與鄰近 4 個硼原子產生共價鍵結，而每個硼原子也與鄰近 4 個氮原子產生共價鍵結

答案：(B)(C)(E)

解析：H<sub>3</sub>BNH<sub>3</sub> 與乙烷有相似的結構式，可想成 BH<sub>3</sub> 與 NH<sub>3</sub> 的化合物：



由上述結構式與反應式可知，(A)錯誤，並無孤對電子；(B)正確，為單鍵；(C)符合八隅體規則；(D)BN 的平面結構類似石墨，應為硼、氮交錯形成單層平面結構，層與層之間再以凡得瓦力吸引形成網狀固體，題幹所敘述的不可能發生，否則層與層之間的價電子數量不同，無法形成穩定的結構；(E)若形成類似鑽石的立體結構，則每個氮周圍都有四個硼、每個硼周圍都有四個氮，此為正確敘述。故選(B)(C)(E)。

- ( )11. 科學家在金星大氣層中發現 PH<sub>3</sub> 的存在，濃度為 5-20ppb。已知：①地球大氣層中的 PH<sub>3</sub> 均來自微生物；②金星的天文、地質現象，都無法產生 PH<sub>3</sub>；③PH<sub>3</sub> 容被氧化成其它物質。下列相關推論哪些正確？（應選 3 項）(A)金星可能存在微生物 (B)金星上的 PH<sub>3</sub> 在地球上不會被氧化 (C)沒有生物的星球應該不會產生 PH<sub>3</sub> (D)地球上 PH<sub>3</sub> 的氧化產物可能為磷的含氧酸 (E)金星大氣層中，可能有目前未知的化學反應導致 PH<sub>3</sub> 的產生

答案：(A)(D)(E)

解析：(A)合理推論，因金星的天文、地質現象都無法產生 PH<sub>3</sub>，又地球上的 PH<sub>3</sub> 都來自於微生物，故金星上有微生物為合理的推測；(B)無論是在何處生成的 PH<sub>3</sub> 均具有相同的性質，故在地球上也會氧化；(C)由題幹中我們可知地球上的 PH<sub>3</sub> 是由微生物所製造，但不代表宇宙中所有的 PH<sub>3</sub> 皆由微生物所製造，故此推論不適當；(D)PH<sub>3</sub> → H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> 等，皆為氧化反應，符合題幹之敘述；(E)題幹中提到金星的「天文」、「地質」現象皆無法產生 PH<sub>3</sub>，代表 PH<sub>3</sub> 可能來自於大氣中，此選項為合理之推測。故選(A)(D)(E)。

- ( )12. 四種不同原子的代號為 X、Y、Z、W。若已知穩定的 X<sup>+</sup>和 Z<sup>-</sup>離子都具有 10 個電子，Y 的電子較 X 多 9 個，W 的電子較 Z 多 7 個，則下列有關此四種元素的敘述，哪些正確？（應選 3 項）(A)Z 為非金屬元素 (B)X 的最外層電子在 L 層 (C)Y 與 Z 所形成的穩定化合物可以用 YZ<sub>2</sub> 表示 (D)Y 與 W 所形成的穩定化合物可以用 YW<sub>2</sub> 表示 (E)X 與 W 所形成的穩定化合物可以用 X<sub>2</sub>W 表示

答案：(A)(C)(E)

解析：X 電子數 = 10 + 1 = 11 = 質子數（原子序）⇒ Na 鈉

Z 電子數 = 10 - 1 = 9 = 質子數（原子序）⇒ F 氟

Y 電子數 = 11 + 9 = 20 = 質子數（原子序）⇒ Ca 鈣

W 電子數 = 9 + 7 = 16 = 質子數（原子序）⇒ S 硫；(A)Z = F 氟為非金屬元素 ⇒ 正確；(B)X = Na 鈉（2，8，1）的最外層電子在 M 層（第三層）；(C)Y = Ca 與 Z = F 所形成的穩定化合物可以用 CaF<sub>2</sub> = YZ<sub>2</sub> 表示 ⇒ 正確；(D)Y = Ca 與 W = S 所形成的穩定化合物可以用 CaS = YW 表示；(E)X = Na 與 W = S 所形成的穩定化合物可以用 Na<sub>2</sub>S = X<sub>2</sub>W 表示 ⇒ 正確

- ( )13. 下列有關鹼金屬族元素的性質，哪些隨原子序的增大而漸增？(A)原子量 (B)原子半徑 (C)離子半徑 (D)熔點 (E)第一游離能

答案：(A)(B)(C)

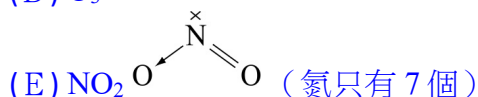
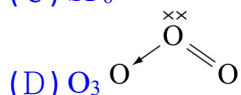
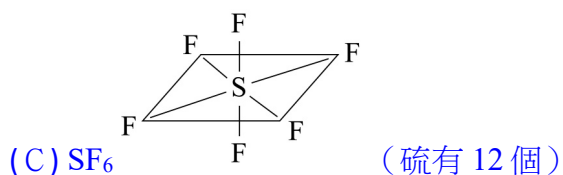
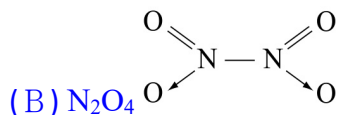
解析：解一：(D)半徑愈大，金屬鍵愈弱，熔點隨著原子序增加而變小；(E)第一游離能隨著原子序增加而變小。

解二：(D)(E) Li > Na > K > Rb > Cs > Fr

- ( )14. 下列哪些分子的電子點式，其每個原子（氫除外）均遵循八隅體規則？(A)BH<sub>3</sub> (B)N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (C)SF<sub>6</sub> (D)O<sub>3</sub> (E)NO<sub>2</sub>

答案：(B)(D)

解析：(A)  $\text{BH}_3 \cdot \text{H} \times \cdot \text{B} \cdot \times \text{H}$  (硼只有 6 個)



( ) 15. 附表所列為甲、乙、丙、丁和戊五種物質的熔點：

物質	甲	乙	丙	丁	戊
熔點 (°C)	1069	-182	大於 3500	801	650

其中，甲具有共價鍵和離子鍵，乙在空氣中穩定且難溶於水，丙具共價網狀結構並可導電，丁易溶於水且其水溶液可導電，戊則具有延展性。已知甲、乙、丙、丁和戊分別代表以下所列的物質之一：

石墨、鎂帶、氯化鈉、甲烷、酒精、金剛石、碳化矽、硫酸鉀

下列選項中的配對哪些正確？(應選 2 項) (A)甲為硫酸鉀 (B)乙為甲烷 (C)丙為金剛石 (D)丁為碳化矽 (E)戊為氯化鈉

答案：(A)(B)

	熔點°C	相	分子內	分子間	水溶液可導電	特性	
金剛石	3550	固	共價鍵	共價網狀	—	硬度最高	
石墨	>3500	固	共價鍵	共價網狀	—	導電	丙
碳化矽	2830	固	共價鍵	共價網狀	—	半導體	
酒精	-114	液	共價鍵	氫鍵、凡得瓦力	不導電	易揮發、溶劑	
甲烷	-182	氣	共價鍵	凡得瓦力	—		乙
氯化鈉	801	固	離子鍵	離子鍵	導電		丁
硫酸鉀	1069	固	共價鍵	離子鍵	導電		甲
鎂帶	650	固	金屬鍵	金屬鍵	—	延展性	戊

解析：

「—」：難溶於水。故選(A)(B)。

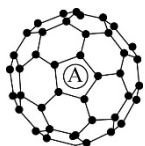
( ) 16. 下列有關原子的敘述，何者正確？ (A)碳原子在基態時的電子組態，有四個未配對電子 (B)鉀原子的第一游離能比鈣原子的第一游離能低 (C)硫的原子半徑比磷的原子半徑小 (D)氟原子的電負度比氯原子的電負度大 (E)錳原子的 d 軌域中有 5 個電子

答案：(B)(C)(E)

解析：(A)碳的基態電子組態為  $1s^2 2s^2 2p^2$ ，則在 2p 軌域有 2 個未配對電子。

(D)氟為電負度最大的元素。

( ) 17. 利用化學方法可將  $\text{C}_{60}$  分子「打開」一個洞，引入一個  $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{HF}$  分子，然後再將  $\text{C}_{60}$  「閉合」可製備  $\text{A}@\text{C}_{60}$  ( $\text{A}=\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HF}$ ) (附圖)，@表示小分子 A 被封閉於  $\text{C}_{60}$  內，可與外界隔絕。下列哪些敘述正確？(應選 2 項)



(A)  $C_{60}$  與石墨為同素異形體 (B)  $H_2@C_{60}$  為純物質 (C)  $H_2O@C_{60}$  為混合物  
(D)  $H_2@C_{60}$  中的氫原子與碳原子間有共價鍵 (E) HF 的水溶液具酸性，故  $HF@C_{60}$  可與氫氧化鈉溶液進行酸鹼反應

答案：(A)(B)

解析：(A)皆為由碳組成的元素物質，為同素異形體；(B)題幹中提及可利用「化學」方法打開  $C_{60}$  的一個洞，將「一個」小分子引入，故  $H_2@C_{60}$  應屬於純物質；(C)同(B)選項，應屬於純物質  
(D)  $H_2$  與  $C_{60}$  之間只有微弱的吸引力(凡得瓦力)，非共價鍵；(E)題目中提到，被封閉在  $C_{60}$  中的分子會與外界隔絕，故關在當中的 HF 無法與外界的強鹼反應。故選(A)(B)。

- ( ) 18. 元素週期表係依原子序大小排列，下列敘述何者正確？ (A) 鹵族元素，其電負度由上而下漸減 (B) 第三週期元素的原子半徑由左至右漸減 (C) 相同元素的原子，每一個原子的質量數皆相同 (D) 同一週期的元素，其第一游離能，後一個元素的值一定大於前一個元素的值 (E) 同一週期的元素，一個中性氣態原子獲得一個電子所釋出的能量，以鹵素族最大

答案：(A)(B)(E)

解析：(C)同位素則質量數不同；(D)有例外，例如： $Mg > Al > Na$ 。

- ( ) 19. 下列哪些原子的電子組態變化會放出能量？ (A) 氫原子由  $4s^1$  變成  $3d^1$  (B) 銅原子由  $[Ar] 3d^9 4s^2$  變成  $[Ar] 3d^{10} 4s^1$  (C) 鈮原子由  $[Ar] 3d^3 4s^2$  變成  $[Ar] 3d^5 4s^0$  (D) 矽原子由  $[Ne] 2s^2 p_x^1 p_y^1$  變成  $[Ne] 2s^2 p_x^1 p_z^1$  (E) 碳原子由  $[He] 2s^2 2p^2$  變成  $[He] 2s^1 2p^3$

答案：(A)(B)

解析：基 態：電子在最低能階時之能量

激發態：電子在較高能階時之能量

放 熱：激態  $\rightarrow$  基態 + E

單電子原子： $1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p = 4d = 4f < \dots$  (氫： $n$  值大，能量大)

多電子原子： $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p \dots$  (依週期表順序)

註： $n$  值、軌域皆相同時，軌域能量相等： $2p_x = 2p_y = 2p_z$

	基態		激態 1		激態 2	$\Delta H$
H	$1s^1$		$3d^1$	$\leftarrow$	$4s^1$	放熱
C	$[Ar] 3d^{10} 4s^1$	$\leftarrow$	$[Ar] 3d^9 4s^2$			放熱
V	$[Ar] 3d^3 4s^2$	$\rightarrow$	$[Ar] 3d^5 4s^0$			吸熱
S	$[Ne] 2s^2 2p^2$	=	$[Ne] 2s^2 p_x^1 p_y^1$ (基)	=	$[Ne] 2s^2 p_x^1 p_z^1$ (基)	無
C	$[He] 2s^2 2p^2$	$\rightarrow$	$[He] 2s^1 2p^3$			吸熱

- ( ) 20. 下列哪些物質是由共價鍵所形成的？(應選 2 項) (A) 三氧化二鐵 (B) 青銅 (C) 四氧化二氮 (D) 氯化氫 (E) 十八開金 (K 金)

答案：(C)(D)

解析：化學鍵種類：

(1) 離子鍵：「金屬元素－非金屬元素」形成的鍵結

(2) 共價鍵：「非金屬元素－非金屬元素」形成的鍵結或分子化合物

(3) 金屬鍵：「金屬元素－金屬元素」形成的鍵結

(A)  $Fe_2O_{3(s)}$  為離子晶體，「金屬元素－非金屬元素」；

(B) Cu (88~96%)、Sn (4~12%) 的合金，混合物；



(C)  $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$  為共價分子，「非金屬元素－非金屬元素」；

(D)  $\text{HCl}_{(g)}$  為共價分子，「非金屬元素－非金屬元素」；

(E)  $\text{Au} \left( \frac{18}{24} \right)$ 、 $\text{Cu} \left( \frac{6}{24} \right)$  的合金，混合物。

( ) 21. 現有 W、X、Y、Z 四種原子，其相關敘述如下：

(1) W 為第 17 族（鹵素）中電負度最大者

(2) X 是第四週期元素，其所形成最穩定的離子  $\text{X}^{2+}$  具有全滿之 d 軌域

(3) Y 形成的 -2 價陰離子  $\text{Y}^{2-}$  與第三週期的鹼氣元素之電子組態相同

(4) Z 為第 2 族（鹼土族）非放射性元素中原子序最大者根據以上之資料，則下列敘述，哪些正確？ (A) 0.1 M 的  $\text{X}^{2+}$  水溶液與 0.1 M 的  $\text{Y}^{2-}$  水溶液混合後，會產生沉澱 (B) 0.1 M 的  $\text{Z}^{2+}$  水溶液可與硫酸鈉水溶液產生沉澱 (C)  $\text{X}^{2+}$  的電子組態具有 4s 軌域的電子 (D) W 原子是鹵素原子中半徑最大者 (E) 這四種原子中，Z 原子的原子半徑最大

答案：(A)(B)(E)

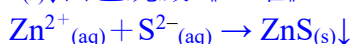
解析：(1) W 為 F（氟），鹵素電負度： $\text{F}_{(\text{最大})} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$

(2) X 為 Zn（鋅），第四週期元素， $\text{Zn} ([\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^2) \rightarrow \text{Zn}^{2+} ([\text{Ar}]3\text{d}^{10})$

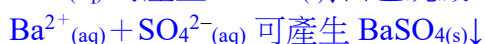
(3) Y 為 S（硫）， $\text{S} ([\text{Ne}]3\text{s}^23\text{p}^4) \rightarrow \text{S}^{2-} ([\text{Ne}]3\text{s}^23\text{p}^6) = \text{Ar}$

(4) Z 為 Ba（鋇），原子序 > 83 元素者，具有放射性

IIA 族： $4\text{Be}$ 、 $12\text{Mg}$ 、 $20\text{Ca}$ 、 $38\text{Sr}$ 、 $56\text{Ba}$ 、 $88\text{Ra}$  > 83；(A) 0.1 M 的  $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$  與 0.1 M 的  $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$  可產生  $\text{ZnS}_{(\text{s})}$  ↓ 白色沉澱《正確》



註： $\text{S}^{2-}$  遇  $\text{IA}^+$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{IIA}^{2+}$  可溶，其餘陽離子皆產生沉澱；(B) 0.1 M 的  $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}$  與  $\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  可產生  $\text{BaSO}_{4(\text{s})}$  ↓ 白色沉澱《正確》

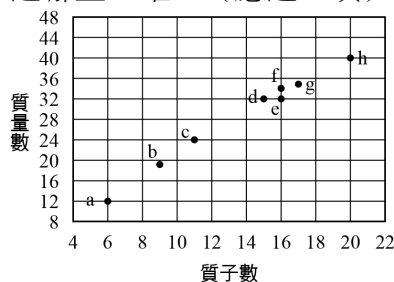


註： $\text{SO}_4^{2-}$ ： $\text{Sr}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Ra}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  可生成沉澱；(C)  $\text{Zn}^{2+}$ ： $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}$  不具有 4s 軌域的電子；

(D) F 半徑最小，鹵素原子半徑： $\text{F} < \text{Cl} < \text{Br} < \text{I} < \text{At}$  ( $r \uparrow \Rightarrow n \uparrow$ )；(E) Ba 半徑最大，四種原子半徑： $\text{Ba} > \text{Zn} > \text{S} > \text{F}$  ( $r \uparrow \Rightarrow n \uparrow$ )《正確》

電子組態： $\text{F} : [\text{He}]2\text{s}^22\text{p}^5$ 、 $\text{S} : [\text{Ne}]3\text{s}^23\text{p}^4$ 、 $\text{Zn} : [\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^2$ 、 $\text{Ba} : [\text{Xe}]6\text{s}^2$

( ) 22. 附圖是某些元素（以代號 a~h 表示）其原子的質量數與質子數關係圖。根據此圖，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



(A) a 的原子半徑比 b 的原子半徑大 (B) d 與 e 為同位素

(C) c 的氧化物水溶液之鹼性比 d 的氧化物水溶液弱 (D) h 的價電子數比 f 多 (E) f 的中子數比 e 多

答案：(A)(E)

	a	b	c	d	e	f	g	h
原子序	6	9	11	15	16	16	17	20
質量數	12	19	24	32	32	34	35	40
元素符號表示	$^{12}\text{C}$	$^{19}\text{F}$	$^{24}\text{Na}$	$^{32}\text{P}$	$^{32}\text{S}$	$^{34}\text{S}$	$^{35}\text{Cl}$	$^{40}\text{Ca}$

解析：

(A) 正確，同週期元素，原子序增加伴隨半徑變小；(B) 錯誤，同位素應為相同質子數、不同中子數的元素；(C) 錯誤，c 的氧化物  $\text{Na}_2\text{O}$  溶於水為  $\text{NaOH}$  ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$ )，d 的氧化物



$P_4O_6$  或  $P_4O_{10}$  溶於水為  $H_3PO_3$  或  $H_3PO_4$  ( $P_4O_6 + 6 H_2O \rightarrow 4 H_3PO_3$ 、 $P_4O_{10} + 6 H_2O \rightarrow 4 H_3PO_4$ )，鹼性應為 c 較強；(D)錯誤，h 為第 2(IIA)族元素，價電子共 2 顆；f 為第 16(VIA)族，價電子共 6 顆；(E)正確，e 與 f 都有 16 個質子，但 f 質量數較大，代表其中子較多，兩者互為同位素。故選(A)(E)。

#### 四、非選題

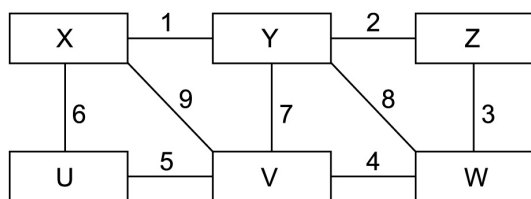
1. 張老師給了學生五種水溶液： $H_2SO_4$ 、 $NaOH$ 、 $CaCl_2$ 、 $Cu(NO_3)_2$ 、 $Na_2CO_3$  與一小瓶金屬粉末，請學生以實驗結果表示這些物質之間的關係。學生交了一份報告：如附圖。圖中的每一連線兩端的物質兩兩相加，均會有明顯的化學反應，其中：

①連線 1 與連線 9 均會產生氫氣。

②連線 2 會產生二氧化碳。

③除了連線 1，2，7，9 以外，其他連線均會產生沉澱。

④另外，張老師說 X 原子具有  $d^{10}$  的電子組態，若將 X 溶於稀硝酸後，與硫化鈉溶液作用，亦即 X 離子與硫離子會產生白色沉澱： $X^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow XS_{(s)}$  □



試回答下列問題：

(1) 寫出 X 的元素符號。

(2) 寫出 Y 的中文名稱。

(3) 寫出連線 3 反應的離子反應式，並註明各物質的狀態。

(4) 寫出連線 6 反應的離子反應式，並註明各物質的狀態。

答案：(1) Zn；(2) 硫酸；

(3)  $Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} \downarrow$ ；

(4)  $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \downarrow$

解析：(1) 判斷 X：

由(4) X 原子具有  $d^{10}$  的電子  $\Rightarrow Cu: [Ar] 3d^{10}4s^1$  或  $Zn: [Ar] 3d^{10}4s^2$

與硫化鈉  $H_2S_{(aq)}$  產生白色沉澱，因硫化物  $CuS_{(s)}$  深藍色、 $ZnS_{(s)}$  白色

$\Rightarrow Zn$  粉.....①答 1.

(2) 判斷 Y、V：

由(3)  $\Rightarrow$  沉澱少為酸 Y、沉澱多為鹼 V

由(1) 兩性金屬 Zn 與「強酸 Y、強鹼 V」均產生  $H_2$

連線 1： $Zn + Y \text{ 強酸} \Rightarrow Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$

連線 9： $Zn + V \text{ 強鹼} \Rightarrow Zn + 2NaOH + 2 H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2 \uparrow$

$\Rightarrow Y$  強酸  $\Rightarrow H_2SO_4$  硫酸.....②答 2.

$\Rightarrow V$  強鹼  $\Rightarrow NaOH$  氫氧化鈉.....③

(3) 判斷 Z：

由(2)  $H_2SO_4$  與 Z 碳酸根產生  $CO_2$ ，故 Z 碳酸化合物  $\Rightarrow Na_2CO_3$  碳酸鈉.....④

判斷 W：

由(3)  $\Rightarrow H_2SO_4 + W$  產生沉澱

連線 8： $H_2SO_4 + CaCl_2 \rightarrow 2 HCl + Ca_2SO_{4(s)} \downarrow$

$\Rightarrow W \Rightarrow CaCl_2$  氯化鈣.....⑤

$\Rightarrow U \Rightarrow Cu(NO_3)_2$  硝酸銅.....⑥

連線 3 反應： $Z (Na_2CO_3) + W (CaCl_2)$

離子反應式： $Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} \downarrow$ .....答 3.

(4) 連線 6 反應： $X (Zn) + U (Cu(NO_3)_2)$

離子反應式： $\text{Zn}_{(\text{s})} + \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}_{(\text{s})}\downarrow \dots\dots$ 答 4.

溶質	Zn	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH	CaCl <sub>2</sub>	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Zn		(H <sub>2</sub> ↑)	(H <sub>2</sub> ↑)	—	(Cu <sub>(s)</sub> )	—
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> ↑		(中和)	(CaSO <sub>4</sub> ↓)	—	(CO <sub>2</sub> ↑)
NaOH	H <sub>2</sub> ↑	中和		(Ca(OH) <sub>2</sub> ↓)	(Cu(OH) <sub>2</sub> ↓)	—
CaCl <sub>2</sub>	—	CaSO <sub>4</sub> ↓	Ca(OH) <sub>2</sub> ↓		—	(CaCO <sub>3</sub> ↓)
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Cu <sub>(s)</sub>	—	Cu(OH) <sub>2</sub> ↓	—		—
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	—	CO <sub>2</sub> ↑	—	CaCO <sub>3</sub> ↓	—	
推斷	①X	②Y	③V	⑤W	⑥U	④Z