2014第11屆清華盃全國高級中學化學科能力競賽-筆試初賽題解

第一部分：單選題(占 80 分)

說明：第1題至第50題，每題4個選項，其中只有一個是最適當的選項，畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對得1.6分，未作答、答錯、或畫記多於1個選項者，該題以零分計算。

1. 在定溫定壓下，某氣相反應之反應物為 A 與 B，反應速率為R，其速率定律式為$R = k[A]^2[B]$，當加入惰性氣體，使其體積增至原來的 3 倍時，則反應速率應為

(A) 3R

(B) $\frac{R}{3}$

(C) $\frac{R}{9}$

(D) $\frac{R}{27}$

答案：(D)

解析：當加入惰性氣體，使其體積增至原來的 3 倍時，反應物濃度為原來的 1/3 倍

$$\frac{R'}{R} = \frac{k\left(\frac{[A]}{3}\right)^2\left(\frac{[B]}{3}\right)}{k[A]^2[B]} \quad \Rightarrow \quad R' = \frac{R}{27}$$

2. 在 40 °C 時，將某有機化合物液體 1.5 克，注入 4.8 升的真空容器中，已知該液體完全氣化，其壓力為 190 mmHg，則該有機化合物可能為？

(A) 甲醇

(B) 乙醇

(C) 乙醚

(D) 丙酮

答案：(A)

解析：$PV = \frac{W}{M}RT \quad \Rightarrow \quad \frac{190}{760} \times 4.8 = \frac{1.5}{M} \times 0.082 \times 313 \quad \Rightarrow \quad M = 32 \quad CH_3OH = 32$

3. 在某一容器中，氫之分壓為 3/5 大氣壓，氧之分壓為 2/5 大氣壓，此容器器壁受氫分子與氧分子的碰撞，則氫分子對器壁的碰撞頻率約為氧分子對器壁的碰撞頻率的幾倍？

(A) $\frac{3}{2}$

(B) $\frac{2}{\sqrt{5}}$

(C) $\frac{6}{\sqrt{5}}$

(D) $\frac{3}{\sqrt{5}}$

答案：(D)

解析：碰撞頻率 $\propto \frac{N}{V}\cdot v \propto P\cdot\sqrt{\frac{3RT}{M}} \propto P\cdot\frac{1}{\sqrt{M}} \Rightarrow \frac{\frac{3}{5}\times\sqrt{\frac{1}{40}}}{\frac{2}{5}\times\sqrt{\frac{1}{32}}} = \frac{3}{\sqrt{5}}$

4. 考慮一化學反應 $a\,A_{(g)} + b\,B_{(g)} \rightleftharpoons c\,C_{(g)} + d\,D_{(g)}$，其反應熱為ΔH。定容下達平衡時，反應物 A 的分壓在 250 °C 時比在 350 °C 時大。當反應容器體積縮小時，A 的莫耳數減少。下列有關此化學反應式係數與反應熱的敘述，何者正確？

(A) $a+b>c+d$ 且 $\Delta H>0$

(B) $a+b>c+d$ 且 $\Delta H<0$

(C) $a+b<c+d$ 且 $\Delta H>0$

(D) $a+b<c+d$ 且 $\Delta H<0$

答案：(A)

解析：反應物 A 的分壓在 250 °C 時比在 350 °C 時大，則此反應為吸熱反應，所以溫度上升，反應向右。當反應容器體積縮小時，反應物 A 的莫耳數減少，反應向右，則表示反應式中反應物的係數和大於生成物的係數和。

5. 有關氮氣與氫氣生成氨的反應，下列敘述何者**不正確**？

(A) 此反應可用鐵粉當作催化劑，如果沒有鐵粉，仍然可以產生氨

(B) 溫度升高時，平衡常數變大

(C) 在定溫密閉系統中，縮小反應系統的體積時，達平衡時，氨的產率提高

(D) 在定溫密閉系統中，增加反應系統的體積時，正逆反應速率都減緩

答案：(B)

解析：

(B) 氮氣與氫氣生成氨為放熱反應，因此溫度升高時，不利於氨的生成，則平衡常數變小。

(D) 增加反應系統的體積時，濃度減小，因此正逆反應速率都減緩。

6. 氫原子光譜可見光區中，第一條線光譜(最長波長)之波長與第二條線光譜(次長波長)之波長的比為何者？

(A) 3 : 1

(B) 27 : 5

(C) 32 : 27

(D) 27 : 20

答案：(D)

解析：氫原子光譜中，電子從較高能階返回主量子數 n 等於 2 的能階，所釋出的光譜稱為「巴耳末(Balmer)譜線」，為可見光的波段。

$$h\frac{c}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right) \quad , \quad h\frac{c}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right) \quad \Rightarrow \quad \lambda_1:\lambda_2 = \frac{36}{5}:\frac{16}{3} = 27:20$$

7. 下列各分子中，何者為極性分子？

(A) CO_2

(B) SO_2

(C) 反式 $Cu(NH_3)_2Cl_2$

(D) 反式 $CH_3CCl=CCl\,CH_3$

答案：(B)

8. 下列有關石墨的敘述，何者**不正確**？

(A) 是元素碳的一種同素異形體

(B) 具有良好的導電性與導熱性

(C) 同層碳原子以 sp^2 軌域結合，層與層之間以 p 軌域結合

(D) 有共振結構

答案：(C)

解析：層與層之間以凡得瓦力結合。

9. 下列有關分子間作用力的敘述，何者正確？

(A) 惰性氣體分子間的引力，隨原子序之增加而減少

(B) 同溫度時，純物質液體分子間引力較大者，其飽和蒸氣壓較低

(C) 氫氣和氧氣分子間的作用力為氫鍵

(D) 溶質的溶解度僅取決於溶質與溶劑分子間引力的大小

答案：(B)

解析：

(A) 惰性氣體分子間的引力，隨原子序之增加而變大。

(C) 氫氣和氧氣分子間的作用力為凡得瓦力。

(D) 與溶質分子間引力及溶劑與溶劑分子間引力的大小也有關。

10. CO 的沸點比 N_2 略高，其主要原因為何？

(A) CO 為極性分子

(B) CO 的電子數較多

(C) CO 的分子量較大

(D) CO 的鍵能比 N_2 大

答案：(A)

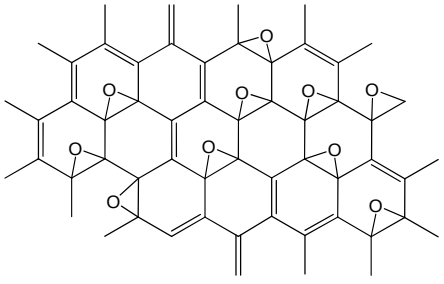
解析：

(B) CO 和 N_2 電子數相同。

(C) CO 和 N_2 分子量相近，不是造成沸點不同的主因。

(D) 沸點與分子內鍵能無關，與分子間引力有關。

11. 石墨可與適當的強氧化劑反應產生單層的石墨烯氧化物，假設右圖為石墨烯氧化物的模型；此化合物除了烯以外，只有環氧醚的官能基。則下列的石墨烯氧化物中，何者不可能存在？



(A) C_4O

(B) C_4O_3

(C) C_5O_2

(D) C_3O

答案：(B)

解析：因為每兩個碳原子與一個氧原子鍵結產生環氧醚，所以石墨烯氧化物中氧原子的數目最多是碳原子數目的一半，所以 C_4O_3 是不可能存在的。

12. X 與 Y 為週期表中前三週期的兩個元素，已知 X 為 IA 族的元素，而 Y 為 VIA 族的元素。則下列有關 X 與 Y 的敘述何者正確？

(A) X 的原子半徑一定大於 Y 的原子半徑

(B) X 與 Y 形成的共價化合物中，其組成的所有原子皆滿足八隅體的電子組態

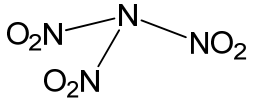
(C) X_2Y 可為離子化合物，也可能是共價化合物

(D) 由 X 和 Y 組成的化合物中，X 和 Y 的原子個數比不可能是 1 : 1

答案：(C)

解析：如果 X 為 H，則 X 的原子半徑一定小於 Y 原子的半徑，且 X 和 Y 組成的化合物中 X(H)必無法滿足八隅體的電子組態，所以選項(A)和(B)皆不正確。X 和 Y 組成的化合物可以是 H_2O_2 和 Na_2O_2，則 X 和 Y 的原子個數比為 1 : 1，所以選項(D)不正確。

13. 三硝基氨 $N(NO_2)_3$ 是一種氮氧化物，有可能成為新一代的火箭推進劑，其分子結構如下所示。已知該分子中的 N-N-N 的鍵角皆為 108.1°，則下列有關此分子的敘述何者正確？



(A) N 原子和 O 原子間形成的共價鍵為非極性鍵

(B) 該分子的四個 N 原子共平面

(C) 此化合物可被氧化也可被還原

(D) 15.2 克的此化合物含有 6.02×10^{22} 個原子

答案：(C)

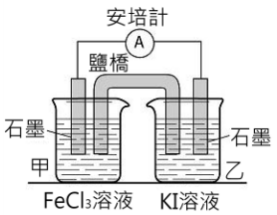
解析：(A)N 原子的電負度小於 O 原子的電負度，所以 N-O 鍵為極性鍵。

(B)因為三個 N-N-N 的鍵角皆為 108.1°，所以該分子不可能為平面三角形的結構，應是三角錐形。

(C)此分子的四個 N 原子的氧化數皆介於–3 和+5 之間，所以該化合物可被氧化也可被還原。

(D)此化合物的分子量為 152 g / mol，則 15.2 克的此化合物為 0.1 莫耳，所以含有原子總數為 $0.1 \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23}$。

14. 在適當的條件下，將反應 $2\ Fe^{3+} + 3\ I^- \rightleftharpoons 2\ Fe^{2+} + I_3^-$ 設計成如下圖所示的電池。則下列有關此裝置的敘述何者**不正確**？



(A) 反應開始時，乙燒杯中的電極上發生氧化反應

(B) 反應開始時，甲燒杯中的鐵離子被還原
(C) 當安培計讀數為零時，反應達平衡狀態
(D) 當安培計讀數為零時，在甲燒杯溶液中溶入氯化亞鐵固體後，乙燒杯的石墨電極為負極

答案：(D)

解析：由反應 $2\,Fe^{3+} + 3\,I^- \rightleftharpoons 2\,Fe^{2+} + I_3^-$ 得知反應開始時甲燒杯中 Fe^{3+} 發生還原反應，而乙燒杯中 I^- 發生氧化反應。當安培計讀數為零時，單位時間內由甲燒杯流向乙燒杯的電子數與由乙燒杯流向甲燒杯的電子數相等，反應達到平衡狀態，此時在甲燒杯溶液中溶入 $FeCl_2$ 固體時，平衡向逆反應方向移動，乙燒杯中的 I_3^- 發生還原反應；因此，乙燒杯中的石墨電極為正極。

15. 自然界地表層原生銅的硫化物經過大自然的反應和淋溶後變成硫酸銅溶液，該溶液向地下深層滲透，遇到難溶性鹽 ZnS 或 PbS 會慢慢轉變成靛銅礦(CuS)。下列有關此過程的敘述何者正確？
(A) CuS 的溶解度大於 PbS 的溶解度
(B) 原生銅的硫化物具有還原性，而靛銅礦沒有還原性
(C) $CuSO_4$ 與 ZnS 反應的離子方程式為 $Cu^{2+} + S^{2-} \rightarrow CuS\downarrow$
(D) 此過程有氧化還原反應與取代反應

答案：(D)

解析：(A) $CuSO_4$ 與 PbS 反應可生成 CuS，表示 CuS 的溶解度小於 PbS。
(B)硫化物中硫的價數為–2，所以都有還原性。
(C) ZnS 為難溶性鹽，難溶於水，不能寫成離子形式。

16. 化學在日常生活及工業生產上有著重要的應用。下列相關的敘述何者**不正確**？
(A) 明礬水解形成的 $Al(OH)_3$ 膠體能吸附水中的懸浮物，可用於水質淨化
(B) 電解 $MgCl_2$ 飽和水溶液可得鎂金屬
(C) 在輪船外殼上鑲入鋅塊可減緩船體的腐蝕速率
(D) MgO 的熔點很高，可用於製作耐高溫材料

答案：(B)

解析:(A)明礬淨水的原理是 $Al^{3+} + 3\,H_2O \rightarrow Al(OH)_3$ (膠體) $+ 3\,H^+$，利用 $Al(OH)_3$ 吸附性進行淨水。
(B)鎂為活性很高的金屬，所以電解 $MgCl_2$ 飽和水溶液會發生 $MgCl_2 + 2\,H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$，不會產生金屬鎂。電解熔融態的 $MgCl_2$ 才能得到鎂金屬。
(C)鐵是輪船外殼的主要成分，因鐵在海水中易產生鏽蝕，所以在輪船外殼鑲入比鐵活潑的鋅金屬當負極可保護輪船的外殼。
(D)MgO 的熔點是 2852 °C，因此可用於製作耐高溫材料。

17. 某生欲檢驗某鹵化烴(R－X)中是否含有氯而設計了以下的實驗：
①加熱煮沸一段時間；②加入硝酸銀溶液；③取少量該鹵化烴；④加入稀硝酸酸化；⑤加入氫氧化鈉溶液；⑥冷卻。下列何者為該生正確的操作順序？
(A) ③①⑤⑥②④
(B) ③①②⑥④⑤
(C) ③⑤①⑥②④

(D) ③⑤①⑥④②

答案：(D)

解析：於鹵化烴中加入 NaOH 溶液後加熱煮沸，一段時間後，要先加入稀硝酸酸化混合液以除去過量的 NaOH，同時也為檢驗得到的產物是否溶於稀硝酸做準備。最後加入 $AgNO_3$ 溶液會產生白色 AgCl 沉澱。

18. 做實驗時若不小心被玻璃割破手，可用 $FeCl_3$ 溶液應急止血。下列何者為此應用最有可能的原理？

(A) $FeCl_3$ 溶液能使血液聚集沉澱

(B) $FeCl_3$ 溶液有殺菌消毒作用

(C) $FeCl_3$ 溶液能產生 $Fe(OH)_3$ 沉澱堵住傷口

(D) $FeCl_3$ 與血液發生氧化還原反應

答案：(A)

解析：膠體溶液可藉由加入電解質溶液而使膠體(血液)聚集沉澱。

19. 於 100 毫升的無氧純水中溶入等莫耳的 $FeCl_3$、$FeCl_2$ 和 $CuCl_2$ 粉末，之後加入過量的鐵粉進行反應，當反應達平衡時，何者為溶液中濃度最高的陽離子？

(A) Cu^{2+}

(B) Fe^{3+}

(C) Fe^{2+}

(D) H^+

答案：(C)

解析：Fe 能與 Cu^{2+}、Fe^{3+} 和 H^+進行氧化還原反應，而且根據題意，鐵粉過量，所以 Cu^{2+}、Fe^{3+} 和 H^+皆不能大量存在，所以溶液中濃度最大的陽離子應是 Fe^{2+}。

20. 在三個真空密閉容器中分別填入 Ne、H_2 和 O_2 三種氣體，當它們的溫度和密度都相同時，這三個密閉容器的壓力 P 大小順序為下列何者？

(A) $P_{Ne} > P_{H_2} > P_{O_2}$

(B) $P_{O_2} > P_{Ne} > P_{H_2}$

(C) $P_{H_2} > P_{O_2} > P_{Ne}$

(D) $P_{H_2} > P_{Ne} > P_{O_2}$

答案：(D)

解析：根據 $PV = nRT$，$P = (W / MV)RT = dRT / M$，其中 d 為氣體密度，M 為氣體的原子量或分子量。因為三密閉容器的溫度和密度皆相同，所以 $P_{Ne}M_{Ne} = P_{H_2}M_{H_2} = P_{O_2}M_{O_2}$，又 $M_{O_2} > M_{Ne} > P_{H_2}$，所以 $P_{H_2} > P_{Ne} > P_{O_2}$。

以下兩題為題組

肉品中常添加硝酸鹽，一方面可防腐，另一方面可使肉品顏色鮮艷增加賣相，但硝酸鹽可被還原成亞硝酸鹽，而亞硝酸鹽易與胺類化合物進行反應，生成有害健康的亞硝酸胺，因此硝酸鹽與亞硝酸鹽做為食物添加劑必須嚴格管制。

21. 台灣衛生福利部公告硝酸鹽及亞硝酸鹽的肉品添加量，以 NO_2計為0.07 公克/公斤以下，某人購買合格臘肉 600公克， 最多會有多少莫耳殘留的亞硝酸鹽。

(A) 4.5×10^{-2}
(B) 2.8×10^{-3}
(C) 9.1×10^{-4}
(D) 8.3×10^{-5}

答案：(C)

解析：最多可含有之 NO_2^-為 $600\text{g} \times \frac{0.07\text{ g}}{1\text{ 公斤}} = 4.2 \times 10^{-2}$ g

NO_2^- 之式量為 46

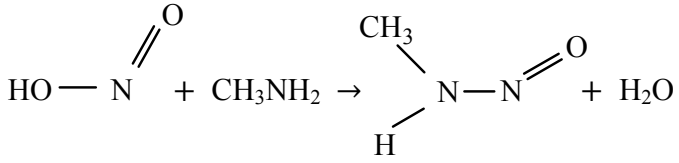
4.2×10^{-2} g $\frac{1\text{ mol}}{46\text{g}} = 9.1 \times 10^{-4}$ mol ，因此最多 9.1×10^{-4} mol

22. 有關亞硝酸胺的敘述何者正確？

(A) 亞硝酸與甲基胺反應生成甲基亞硝酸胺的平衡方程式係數和為5
(B) (A)選項所得甲基亞硝酸胺的分子式為CH_4N_2O
(C) 甲基亞硝酸胺的結構式中沒有NN鍵
(D) 甲基亞硝酸胺的結構式中並無雙鍵

答案：(B)

解析：

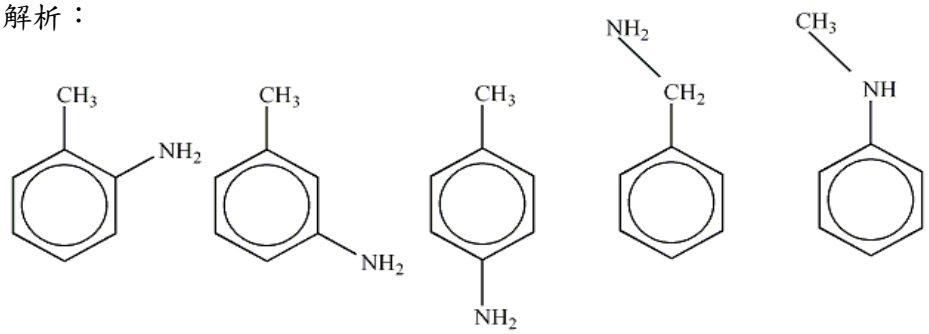


23. 某物質為苯的衍生物，其分子式為 C_7H_9N，則該物質有多少同分異構物?

(A) 2
(B) 3
(C) 4
(D) 5

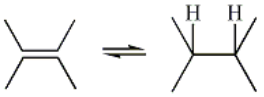
答案：(D)

解析：



24. 反式脂肪為氫化不飽和油脂時所產生的有害健康物質，如何減少反式脂肪的含量為重要課題，下列敘述何者正確？

(A) 氫化時，增加氫氣體積
(B) 氫化時，增加反應溫度

(C) 氫化時，用大量的油脂
(D) 氫化時，增加氫氣壓力
答案：(D)
解析：反應為加氫放熱平衡反應，H_2 ＋  ，只要能減少 ，便可減少反式脂肪含量。

25. 碘價為100 g 油脂進行碘加成反應所能吸收碘的克數，則由十六烯酸所構成的油脂，其碘價為何?
(A) 253.8
(B) 31.7
(C) 126.9
(D) 95.2
答案：(D)
解析：十六烯酸之分子式為$C_{15}H_{29}COOH$，由十六烯酸與甘油所形成的油脂分子為
$CH_2(C_{15}H_{29}COO)$ － $CH(C_{15}H_{29}COO)$ － $CH_2(C_{15}H_{29}COO)$，分子量為
$(14 + 13 + 14) + 3(12 \times 15 + 29 + 44) = 41 + 759 = 800$
每個烯酸的烴基具有一個雙鍵，可與碘進行加成反應，因此一莫耳油脂可與 3 莫耳碘分子反應(A.W. 126.9)
$3 \times \frac{100}{800} \times (126.9 \times 2) = 95.2$

26. Na_2SO_4 及 K_2SO_4 的混合物 3.80 g，配成100 mL水溶液，加入 3.71 g $Ca(OH)_2$，充分攪拌、過濾收集沉澱，乾燥後，沉澱重量為 3.40 g，則混合物中，Na_2SO_4的重量比例為何？(式量 $Na_2SO_4 = 119$，$K_2SO_4 = 174$，$Ca(OH)_2 = 74.1$，$CaSO_4 = 136$)
(A) 31%
(B) 35%
(C) 40%
(D) 44%
答案：(A)
解析：假設Na_2SO_4 為 x mol，K_2SO_4 為 y mol，則
$x\ 119 + y\ 174 = 3.80$ g －①
$x + y = \frac{3.40}{136} = 2.50 \times 10^{-2}$ －② 因為鈣離子莫耳數為 $\frac{3.71}{74.1} = 5.01 \times 10^{-2}$,
大於 x ＋ y，所以硫酸根完全沉澱
∴ $y = (2.50 \times 10^{-2}) - x$ －③
③代入① $119x + 174(2.5 \times 10^{-2} - x) = 3.80$
整理後 $55x = 0.55$
∴ $x = 1.0 \times 10^{-2}$ mol
Na_2SO_4 的比例為 $\frac{1.0 \times 10^{-2} \times 119}{3.80} = 31\%$

27. X溶液為pH ＝ 11的NaOH水溶液 100 mL，Y溶液為pH ＝ 11的氨水溶液 100 mL ，下列敘述何者正確？ $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$，$K_{sp}(Mg(OH)_2) = 8.9 \times 10^{-12}$

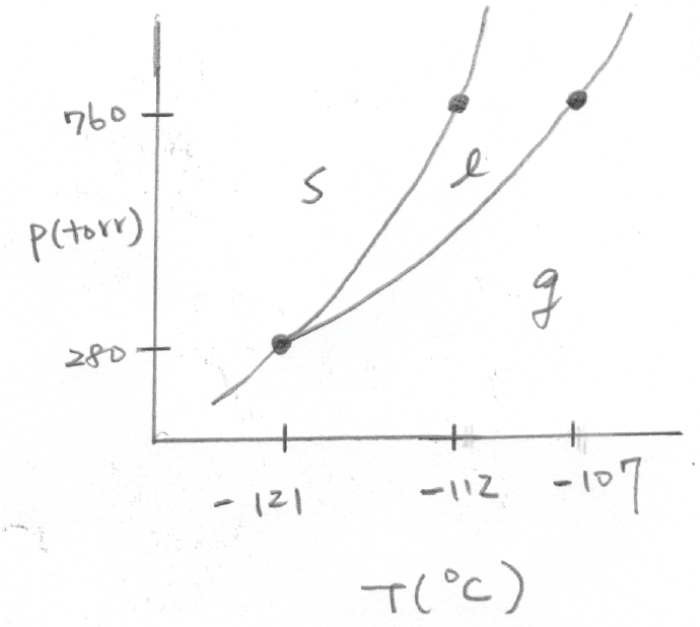
(A) 氫離子濃度的順序為 X溶液大於Y溶液
(B) 以0.050 M的HCl分別滴定二溶液，達終點時所需HCl體積為X溶液等於Y溶液
(C) 鹼的濃度為 X溶液大於Y溶液
(D) 分別加入0.20毫莫耳的$MgCl_2$，則產生沉澱的量為X溶液小於Y溶液
答案：(D)
解析：
(A) 氫離子濃度相同
(B) Y 需較多的HCl溶液才能達終點
(C) 鹼的濃度為$[NH_3] > [NaOH]$，$[OH^-]$的濃度相同
(D) Y產生較多沈澱，因產生沈澱後一些未解離的NH_3會繼續解離產生更多沈澱

28. 某單質子弱酸HA 40 mL，以 0.10 M的NaOH溶液滴定，須 20 mL以達終點，再加入 5.0 mL 的 0.10 M HCl溶液，測得 pH值為5.0 ，則該弱酸的解離常數為何？
(A) 1.2×10^{-5}
(B) 2.6×10^{-5}
(C) 3.0×10^{-5}
(D) 4.3×10^{-5}
答案：(C)
解析：40 mL HA之莫耳數$0.10 \times 20.0 = 2.0$ m mol，再加入HCl之莫耳數為
$0.10 \times 5.0 = 0.50$ m mol。因此最終溶液中含A^- 1.5 m mol；HA 0.5 m mol
$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{1.0 \times 10^{-5} \times 1.5}{0.5} = 3.0 \times 10^{-5}$

29. 下列化合物命名，何者**不正確？**
(A) $CH_3C(O)NHCH_3$：N-甲基乙醯胺
(B) $HOOCCH(NH_2)CH_2CH_2COOH$：2-胺基戊二酸
(C) $CH_3COOCH_2CH_2OH$：乙酸(2-羥基)乙酯
(D) $CH_3CHC(CH_3)_2$：3-甲基-2-丁烯
答案：(D)
解析：2-甲基-2-丁烯

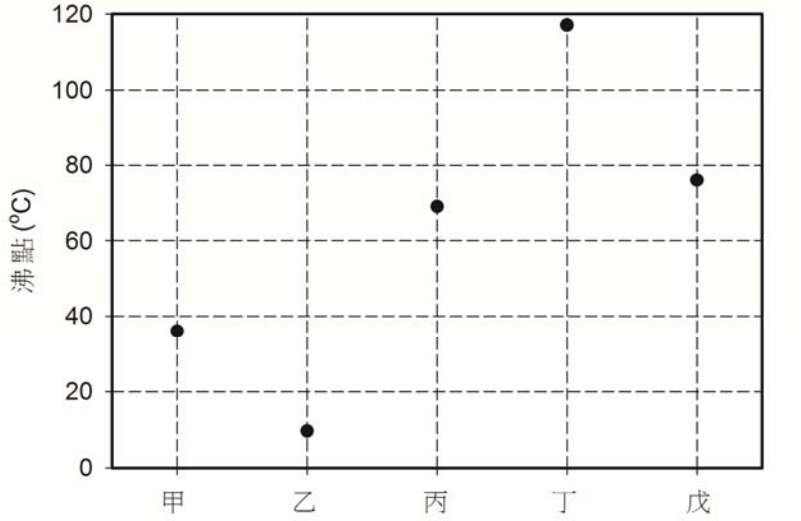
30. 已知錯合物$[Pt(NH_3)_xBr_y]Br_z$的實驗數據如下：(a)將5.83 g錯合物分解可得1.95 g Pt；(b)將11.66 g錯合物溶於200.0 g的水中，測得溶液凝固點為 −0.558 °C。則下列有關x , y 和 z 的敘述何者**不正確**？
(A) $z = 2$
(B) $x - y = 2$
(C) $z + y = 4$
(D) $x + y + z = 6$
答案：(D)
解析：由(a)可知 $MW = 195 \times \frac{5.83}{1.95} = 583$
由(b)可知 $\frac{11.66}{583} \times (1 + z) \times \frac{1000}{200} \times 1.86 = 0.558 \Longrightarrow z = 2$
因此 $583 = 195 + x \cdot 17 + y \cdot 80 + 160 \Longrightarrow x \cdot 17 + y \cdot 80 = 228$
唯一合理解 $x = 4$ $y = 2$ ，故選(D)

31. Xe 的三相點為−121 °C, 280 torr，正常沸點為−107 °C，正常熔點為−112 °C；則下列有關 Xe 之性質何者**不正確**？
(A) 沸點隨壓力上升而升高
(B) 熔點隨壓力上升而下降
(C) 在−100 °C 和 1 atm 下，Xe 為氣體
(D) 當壓力為 100 torr 時，Xe 無法以液態存在
答案：(B)
解析：X 的相圖大致如下，其熔點和沸點均隨壓力上升而升高，在−100 °C 和 1 atm 時為氣體，而根據相圖在 100 torr 下其無法形成液體，故答案為(B)



32. 現有一配位化合物的分子式為 $CrCl_3(H_2O)_6$，其中包含了以 Cr 為中心且六配位的錯合離子。將此一化合物 0.27 克加熱脫去結晶水後，發現其質量減少 0.036 克；若以過量的硝酸銀溶液加入含有此化合物 0.10 M 100 mL 之溶液中，則會產生 1.43 克的氯化銀沉澱，則此一化合物的結構式為下列何者？
(A) $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl{\cdot}2H_2O$
(B) $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$
(C) $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2{\cdot}H_2O$
(D) $[Cr(H_2O)_3Cl_3]{\cdot}3H_2O$
答案：(A)
解析：此化合物的分子量為 266.3 g/mol，故 0.27 克約為 1.0 mmol，脫水後質量減少 0.036 克表示化合物中的結晶水有 2.0 mmol，亦即每分子化合物中有兩個結晶水；另在 0.10 M 的 100 mL 溶液中(0.010 mol 的化合物)加入 $AgNO_3$ 溶液會產生 AgCl 沉澱(1.43 克為 0.010 mol)，表示每分子化合物溶於水後會解離出一個 Cl^-，故此化合物的結構式為
(A)$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl{\cdot}2H_2O$

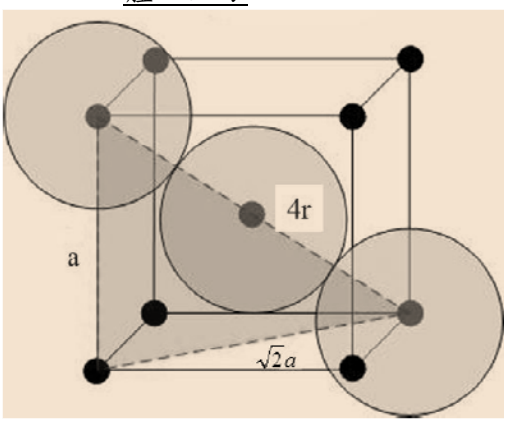
33. 有正丁醇、正戊烷、正己烷、正丁醛、新戊烷等五種有機化合物，其沸點如下圖所示，則圖中甲、乙、丙、丁、戊依序為何？
(A) 正己烷、正戊烷、新戊烷、正丁醇、正丁醛
(B) 正戊烷、新戊烷、正己烷、正丁醛、正丁醇
(C) 正戊烷、新戊烷、正己烷、正丁醇、正丁醛
(D) 新戊烷、正戊烷、正己烷、正丁醛、正丁醇



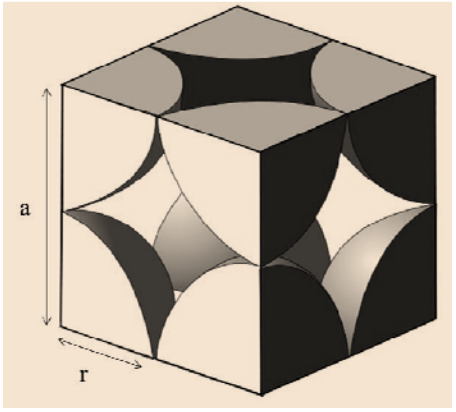
答案：(C)
解析：由圖可知，沸點高低為：丁＞戊＞丙＞甲＞乙，而考慮分子間作用力可知題目所給的化合物之沸點高低為：正丁醇＞正丁醛＞正己烷＞正戊烷＞新戊烷，故答案為(C)

34. 某一金屬的晶體結構屬於體心立方堆積，則下列敘述何者正確？
(A) 此晶體結構屬於最密堆積
(B) 晶格中每一金屬原子的配位數為 6
(C) 每一單位晶格中含有 4 個原子
(D) 若此金屬的晶體結構由體心立方堆積轉變為簡單立方堆積則其單位晶格的邊長會變短
答案：(D)
解析：體心立方並非最密堆積，單位晶格中含有 2 個原子，而其每一原子配位數為 8；簡單立方中心若塞入原子會將單位晶格撐大故其邊長會變長，另可利用下圖計算得到體心立方中單位晶格的邊長(a)如下圖所示等於 $\frac{4r}{\sqrt{3}}$ ，而簡單立方堆積的單位晶格邊長為2r，故答案為(D)

體心立方



簡單立方



以下兩題為題組

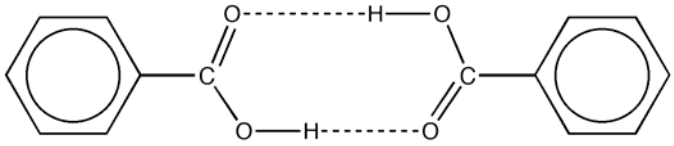
35. 考慮下列分子：O_3, OF_2, XeF_4, HCN, CS_2, ICl_3, PF_5 其中具有極性的分子有幾個？
(A) 2
(B) 3
(C) 4
(D) 5
答案：(C)
解析：具有極性的分子為 O_3, OF_2, HCN, ICl_3

36. 承上題，中心原子之鍵結混成軌域為 sp^3 的有幾個？
(A) 1
(B) 2
(C) 3
(D) 4
答案：(A)
解析：O_3: sp^2, OF_2: sp^3, XeF_4: d^2sp^3, HCN: sp, CS_2: sp, ICl_3: dsp^3, PF_5: dsp^3

37. 若下列反應對反應物 A 而言為二級反應，且當 A 的濃度由 0.10 M 變為 0.050 M 需時 20 秒，則 A 的濃度由 0.10 M 變為 0.0125 M 時需經過多少時間？
$xA \rightarrow yB + zC$
(A) 35 秒
(B) 60 秒
(C) 100 秒
(D) 140 秒
答案：(D)
解析：對二級反應而言，其半生期與初始濃度成反比，此反應中反應物 A 的半生期為 20 秒，而 A 的濃度由 0.10 M 變為 0.0125 M 需經過 3 個半生期故所需要的時間為 20 + 40 + 80 = 140 秒

38. 苯甲酸又名安息香酸，下列有關苯甲酸的敘述何者**不正確**？
(A) 室溫下，苯甲酸在水中的溶解度大於在酒精中的溶解度

(B) 室溫下，苯甲酸在苯中的溶解度大於在水中的溶解度
(C) 苯甲酸可由乙苯經酸性過錳酸鉀溶液氧化製得
(D) 當苯甲酸溶於苯中時，苯甲酸分子可藉由氫鍵形成二聚體
答案：(A)
解析：苯甲酸含有苯環，與酒精的碳鏈可有較強的分散力，故在酒精中的溶解度比水中高；另苯甲酸在苯中易形成二聚體，如下圖所示



39. 現有甲、乙兩容器，其中甲為剛性容器無法改變體積，而乙容器可調整體積以維持內外壓力相同，考慮以下之反應：

$$2\,X_{(g)} \rightarrow X_{2(g)}$$

若定溫下於甲、乙兩真空容器分別放入等量的 X 氣體，待其完全反應生成產物時，有關甲、乙容器中反應前後氣體之敘述何者正確？
(A) 甲容器內之氣體密度變大
(B) 乙容器內之氣體密度變大
(C) 甲容器內之氣體壓力不變
(D) 乙容器內之氣體莫耳數不變
答案：(B)
解析：此反應完成後氣體的莫耳數會減半，但質量不變；由題意可知甲容器為定容而乙容器為定壓，根據理想氣體方程式 PV = nRT 得知，反應後甲容器的氣體壓力會減半而體積不變故氣體密度不變，而乙容器在反應後壓力不變但體積減半使得氣體密度變大，故答案為(B)

40. 有一反應如下：

$$X_{(g)} + 2\,Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$$

在 27 °C 下，於固定體積的容器內 1.0 mol/L 的 X 和 3.0 mol/L 的 Y 反應達平衡時會產生 1.0 mol/L 的 Z；現若欲由 1.5 atm 的 Y 製備 0.50 atm 的 Z，假設反應達平衡則需要的 X 約為多少 atm？
(A) 13
(B) 5.6
(C) 0.75
(D) 0.22
答案：(A)
解析：

	X	+	2 Y	⇌	2 Z
平衡時濃度(M)	1.0-0.50		3.0-1.0		1.0

濃度平衡常數(K_c) = $(1.0)^2 / [0.50(2.0)^2] = 0.50$，又壓力平衡常數($K_p$) = $K_c / (RT) = 0.50 / (0.082 \times 300) = 0.020$，假設所需 X 的壓力為 P_x，則

$$\frac{(0.50)^2}{(P_x - 0.25)(1.5 - 0.50)^2} = 0.020$$ 解得 $P_x = 12.75$ atm，約為 13 atm

41. 25 °C 時，下列酸與鹼水溶液充分混合，反應達平衡時 pH 值排序何者正確？

甲、0.1 M, 20 mL 之 $HCl_{(aq)}$ 與 0.1 M, 10 mL 之 $NH_{3(aq)}$
乙、0.1 M, 20 mL 之 $HCl_{(aq)}$ 與 0.1 M, 20 mL 之 $NaOH_{(aq)}$
丙、0.1 M, 20 mL 之 $CH_3COOH_{(aq)}$ 與 0.1 M, 20 mL 之 $NaOH_{(aq)}$
丁、0.1 M, 20 mL 之 $H_2SO_{4(aq)}$ 與 0.1 M, 20 mL 之 $NaOH_{(aq)}$
(NH_3 之 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$; CH_3COOH 之 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$; HSO_4^- 之 $K_a = 1.0 \times 10^{-2}$)
(A) 甲>乙>丙>丁
(B) 乙>丙>甲>丁
(C) 丙>乙>甲>丁
(D) 丙>乙>丁>甲
答案: (D)
解析：此題為判斷題，考酸鹼強弱及水解觀念。
甲為過量強酸+弱鹼，混合後水溶液呈強酸性。
乙為強酸+強鹼等當量數混合，產生之鹽不水解呈中性。
丙為弱酸+強鹼等當量數混合，產生之鹽水解呈弱鹼性。
丁為等莫耳數之二質子酸+單元強鹼，故為不等當量數混合。硫酸第一個質子被完全中和後，HSO_4^- 之 $K_a = 10^{-2}$，因此呈酸性。
故 pH 排序為: 丙>乙>丁>甲，選(D)

42. 下列物質各於其狀態下，何者每升體積內含有之π電子數最多？
(若狀態為氣體可視為理想氣體，已知苯之沸點為 80.1 °C)
(A) 320 K , 1.64 atm, 1.6 L 之氮氣
(B) 100 °C , 1.56 g , 2.0 L 之苯
(C) 0 °C , 1.0 atm , 3.0 毫莫耳之一氧化碳
(D) 0.5 atm , 1.1 g , 2.0 L 之肼(又名聯胺，分子式為 N_2H_4)
答案：(A)
解析：此題考分子結構觀念與理想氣體方程式計算。需算出氣體莫耳數，乘上每分子π電子數，再除以氣體總體積。
(A) 每分子 N_2 含 2π 鍵，即 4 個π電子。由 PV = nRT 得 N_2 總莫耳數為 0.1 mol，故每升π電子數為: 4×0.1 mol/1.6 L = <u>0.25 mol/L</u>
(B) 每分子苯含 3π 鍵，即 6 個π電子。由 W/M 得苯總莫耳數為 0.02 mol，總體積為 2.0 L，故每升π電子數為: 6×0.02 mol/2.0 L = <u>0.06 mol/L</u>。
<<此處苯蒸氣壓約為 0.31 atm。由苯於 1 atm 下之沸點為 80.1 °C 可知，100 °C, 0.31 atm 之苯為氣態。>>
(C) 每分子 CO 含 2π 鍵，即 4 個π電子。以理想氣體方程式算出氣體體積為 67.16 mL。故每升π電子數為: 4×3 mmol/67.16 mL = <u>0.18 mol/L</u>。(0.178677 進位為 0.18)
(D) N_2H_4 不含π鍵，故每升π電子數為 <u>0</u>。
故答案選(A)

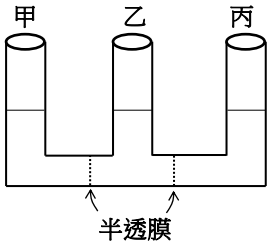
43. 下列各組分子間作用力，大小順序為何？
甲、HF 與 H_2O
乙、CO 與 CO_2
丙、SO_2 與 SO_3
丁、Ar 與 Ne

(A) 甲>乙>丙>丁
(B) 乙>丁>丙>甲
(C) 丙>乙>甲>丁
(D) 甲>丙>乙>丁
答案：(D)
解析：各物之間最強作用力為
甲: 氫鍵。乙: 偶極-誘導偶極力。丙: 偶極-偶極力。丁: 分散力。
故順序為: 甲>丙>乙>丁，選(D)

44. 將某金奈米粒子水溶液至於透明玻璃燒杯中，後方以白光光源照射，觀察穿過溶液之光線，發現呈現紫紅色，請選出最合理之解釋。
(A) 金奈米粒子受白光激發而發出紫紅色之螢光
(B) 金奈米粒子吸收可見光譜中綠色光，因此僅見互補之紫紅色
(C) 金奈米粒子受白光照射而分解水分子，產生紅色之 OH^-離子
(D) 金奈米粒子與水反應，產生 Au^{3+}離子，放出紫紅色螢光
答案：(B)

以下兩題為題組

45. 三叉連通管(如右下圖)以兩半透膜隔開，半透膜僅容許水分子通過，假設各管管徑均勻且截面相同，皆為面積 1 平方公分之圓，各管初始液面高度相同，管內所含溶液濃度與體積亦完全相同，皆為 10.0 毫升 0.010 M 之 NaCl 水溶液，則加入下列物種反應達平衡時，各管液面高度順序為何？
甲、加入 27.0 mg 葡萄糖粉末。
乙、加入 63.6 mg 銅粉。
丙、加入 33.1 mg 硝酸鉛晶體。
(假設加入之晶體體積可忽略不計，$PbCl_2$ 之 $K_{sp} = 1.2 \times 10^{-5}$)



(A) 甲>乙>丙
(B) 甲>丙>乙
(C) 乙>丙>甲
(D) 丙>甲>乙
答案：(D)
解析：本題考化學劑量與滲透壓觀念與計算。
甲管: 葡萄糖與 NaCl(aq)不反應，因此加入 27.0 mg 葡萄糖其濃度為$(27.0 \times 10^{-3} / 180) / 0.01 = 0.015$ M，加上原本 NaCl，得總溶質粒子 C_M 濃度為 $0.010 \times 2 + 0.015 \times 1 = \underline{0.035\ M}$。
乙管: 銅粉不溶解亦不反應，故總溶質粒子 C_M 濃度仍為 $0.010 \times 2 = \underline{0.020M}$。
丙管: 加入之 $Pb(NO_3)_2$ 式量為 331，故 33.1 mg 為 0.1 mmol，會產生$[Pb^{2+}] = 0.010$ M，及$[NO_3^-] = 0.010 \times 2 = 0.020$ M。丙管原含$[Na^+] = [Cl^-] = 0.010$ M，但因一個鉛離子會與兩個氯離子形成 $PbCl_2$ 沉澱，因此限量試劑為 0.010M 的 Cl^-，鉛離子濃度於沉澱之後剩餘 0.005M。Cl^-則完全沉澱，僅少量來自於 $PbCl_2$ 之解離。故加入硝酸鉛後，若暫不考慮 $PbCl_2$ 之解離，則離子總 C_M 濃度為:
$[Na^+] + [Pb^{2+}] + [NO_3^-] = 0.010 + 0.005 + 0.010 \times 2 = 0.035$M，
但因 $PbCl_{2(s)}$ 之 $K_{sp} = 1.2 \times 10^{-5}$因此不會完全沉澱，因此加入後總離子濃度必定大於0.035M。水分子可在三管之間移動，離子濃度越高者平衡時管內水越多，柱內液面越高。故液面高度

為丙>甲>乙，選(D)。

46. 承上題，平衡時各管內總溶質粒子 C_M 濃度大小順序為何？
(A) 甲>乙>丙
(B) 甲=乙=丙
(C) 乙>丙>甲
(D) 丙>甲>乙
答案：(D)
解析：達平衡時半透膜介面兩邊之滲透壓差等於高度差所造成之液壓，因此平衡時液面較高者較濃，故仍為丙>甲>乙，選(D)。

47. 某有機化合物 110 毫克，在充分氧氣下燃燒產生之氣體，通入足量氫氧化鋇水溶液，充分反應後得到 470 毫克的碳酸鋇，下列何者最可能為該化合物？
($BaCO_3$ 式量 = 197)
(A) 甲苯
(B) 蟻酸
(C) 乙醇
(D) 甘油
答案：(B)
解析：考化學劑量計算。由碳酸鋇可得當中碳重量，再除以原化合物重量得到含碳重量百分比為: $(470 \times 12 / 197) / 110 = 26\%$
各選項內化合物含碳重量百分比為:
(A)甲苯(C_7H_8) : 84 / 92 = 91%; (B)蟻酸(甲酸 CH_2O_2) : 12 / 46 = 26% (C)乙醇: 24 / 46 = 52%; (D)甘油(丙三醇 $C_3H_8O_3$) : 36 / 92 = 39%，故選(B)

48. 下列何者最接近草酸鈣於 pH=4.0 之緩衝溶液中之溶解度？
(25 °C 時，草酸($H_2C_2O_4$)之第一及第二解離常數分別為 $K_{a1} = 5.6 \times 10^{-2}$; $K_{a2} = 5.4 \times 10^{-5}$。草酸鈣溶度積常數為 $K_{sp} = 1.7 \times 10^{-9}$)
(A) 7.0×10^{-3} M
(B) 7.0×10^{-4} M
(C) 7.0×10^{-5} M
(D) 7.0×10^{-6} M
答案：(C)
解析：本題考多質子酸解離、鹽類水解及難溶鹽溶度積觀念。
[解法一]可以觀念解題。先估算草酸鈣於中性水溶液中之飽和溶解度約為 $(K_{sp})^{1/2} = 4.12 \times 10^{-5}$ M，故 pH = 4.0 微弱酸環境，有利解離，應略大於純水中之解離度，故推測應為數量級相同之 7.0×10^{-5} M。
[解法二]假設三元未知數解聯立方程式。pH = 4 之緩衝液中，$[OH^-] = 10^{-10}$ M。寫出所有平衡系，依計量關係填上未知數，並列出關係式解方程式。
假設草酸鈣溶解度為 s，$C_2O_4^{2-}$ 水解消耗 x，故 $C_2O_4^{2-}$ 平衡濃度為 s – x，產生之 $HC_2O_4^-$ 又再水解消耗 y，故 $HC_2O_4^-$ 平衡濃度為 x-y，反應式與各物種相關濃度詳列如下:

$$\underset{\text{平}}{CaC_2O_{4(s)}} \rightleftharpoons \underset{s}{Ca^{2+}_{(aq)}} + \underset{s-x}{C_2O_4^{2-}{}_{(aq)}} \qquad K_{sp} = 1.7 \times 10^{-9}$$

$$\underset{\text{平}\ \ s-x}{C_2O_4^{2-}{}_{(aq)}} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x-y}{HC_2O_4^{-}{}_{(aq)}} + \underset{10^{-10}}{OH^{-}{}_{(aq)}} \qquad K_{b1} = \frac{K_w}{K_{a2}}$$

$$\underset{\text{平}\ \ x-y}{HC_2O_4^{-}{}_{(aq)}} + H_2O \rightleftharpoons \underset{y}{H_2C_2O_{4(aq)}} + \underset{10^{-10}}{OH^{-}{}_{(aq)}} \qquad K_{b2} = \frac{K_w}{K_{a1}}$$

$$\underset{\text{平}}{2H_2O_{(l)}} \rightleftharpoons \underset{10^{-4}}{H_3O^{+}} + \underset{10^{-10}}{OH^{-}} \qquad K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

列出三個平衡關係分別為

$K_{sp} = 1.7 \times 10^{-9} = s \times (s - x)$ --------(1)

$K_{b1} = K_w / K_{a2} = (10^{-14}) / (5.4 \times 10^{-5}) = 1.85 \times 10^{-10} = (x - y) \times (10^{-10}) / (s - x)$ --------(2)

$K_{b2} = K_w / K_{a1} = (10^{-14}) / (5.6 \times 10^{-2}) = 1.79 \times 10^{-13} = y \times (10^{-10}) / (x - y)$ --------(3)

依此可解出 $x = 4.6 \times 10^{-5}$ M; $y = 8.0 \times 10^{-8}$ M; $s = 7.0 \times 10^{-5}$ M，故選(C)

49. 25 °C 時某單質子酸 HA 於水溶液中之解離常數為 $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$，已知 HA 呈紅色，而酸根 A^- 呈現藍色，當兩者濃度相差 10 倍以上時，肉眼觀察下僅見較濃者之顏色，濃度差不足 10 倍時則呈現混合色，關於此酸之敘述，下列何者**不正確**? (log2 = 0.301)
(A) 25 °C 時，以此酸作為酸鹼指示劑時，變色範圍為 pH= 3.7 - 5.7 之間
(B) 25 °C 時，0.050 M 之此酸水溶液 pH 值約為 3
(C) 25 °C 時，以 0.10 M 氫氧化鈉水溶液滴定 20.0 mL，0.10 M 鹽酸水溶液之實驗，不能以 HA 作為指示劑，因其變色範圍未涵蓋 pH = 7
(D) 以此酸做為指示劑會造成滴定誤差，故加入量應極少，可辨識顏色即可

答案：(C)。

解析：本題考酸鹼指示劑、滴定及平衡。

(A) pK_a 為 5-log2 = 4.7，相差 10 倍變色，故變色範圍為 4.7 ± 1 = 3.7 - 5.7。

(B) $[H^+] = \sqrt{C \times K_a} = \sqrt{0.05 \times 2.0 \times 10^{-5}} = 1.0 \times 10^{-3}$，故 pH 約等於 3。

(C) 只要滴定當量點前後 pH 變化跨過變色範圍即可，強鹼滴定強酸可以此酸做為指示劑。

50. 關於純水的解離，下列何者正確？
(A) 純水解離為放熱反應
(B) 升高溫度會使純水之 pH 值略微上升
(C) 升高溫度會使純水之 pOH 值略微下降
(D) 升高溫度會使純水之 pOH 值略微上升而略呈鹼性

答案：(C)。

解析：本題考純水解離觀念。

(A) 純水解離為吸熱反應，敘述錯誤不選。

(B)、(C)升溫有利於解離，$[H^+]$及$[OH^-]$皆升高，故 pH 及 pOH 皆下降，故(B)錯(C)對。

(D) 純水升溫使 pOH 下降但仍為中性，即 pH = pOH，敘述錯誤不選。

第二部分：多選題(占 40 分)

說明：第51題至第70題，每題有5個選項，其中至少有1個是正確的選項，選出正確選項畫

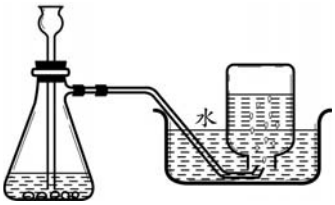
記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得2分；答錯1個選項者，得1.2分，答錯2個選項者，得0.4分，**所有選項均未作答或答錯多於2個選項者，該題以零分計算。**

51. 下列有關催化劑與反應途徑之敘述，哪些正確？
(A) 催化劑不影響反應熱
(B) 催化劑對正逆反應之活化能的改變量均相同
(C) 催化劑改變反應速率而不參加反應
(D) 催化劑在化學反應中，是當反應物，所以可以增進反應速率
(E) 汽車若使用含鉛汽油，則其觸媒轉化器容易被毒化，使其轉化效率大幅降低
答案：(A)(B)(E)
解析：
(C) 催化劑會參與反應。
(D) 催化劑在化學反應中，可以增加反應速率，但其質量不變，因此不屬於反應物，也不屬於生成物。

52. 在同溫下，將同重量的氮氣與氬氣，分別裝入真空的 A 瓶與 B 瓶中。假設 A 瓶與 B 瓶的體積相同，則下列敘述哪些正確？
(A) A 瓶的氣體密度比 B 瓶小
(B) A 瓶的壓力比 B 瓶大
(C) A 瓶與 B 瓶的氣體分子平均動能相同
(D) A 瓶內氣體分子的平均運動速率比 B 瓶大
(E) A 瓶內的氣體分子數目比 B 瓶少
答案：(B)(C)(D)
解析：
(A) 同重同體積，所以密度相同。
(B) $P = nRT/V$，所以 $P_{N_2}: P_{Ar} = n_{N_2}: n_{Ar} = 1/28 : 1/40 = 10 : 7$。
(C) 因為溫度相同，所以分子平均動能相同。
(D) 定溫下，氣體分子的平均運動速率與分子量平方根成反比，所以 $v_{N_2}: v_{Ar} = \sqrt{40} : \sqrt{28}$。
(E) 分子數比 $N_2 : Ar = 1/28 : 1/40 = 10 : 7$。

53. 下列有關波耳氫原子模型的敘述，哪些正確？
(A) 電子在軌道上運動時具有特定的能量
(B) 電子在軌道上做圓周運動，其向心力來自於電子與原子核之間的庫倫作用力
(C) 電子可穩定存在於特定能階而不輻射能量
(D) 電子可以吸收任意波長的光，躍遷到不同的軌道
(E) 此模型亦可解釋氦離子(He^+)的光譜，但無法解釋氦原子的光譜
答案：(A)(B)(C)(E)
解析：
(D) 電子必須吸收特定波長的光，才可以在不同的軌道間躍遷。

54. 下圖的裝置可應用於收集下列哪些反應所產生的氣體？



(A) 碳化鈣與飽和食鹽水的反應
(B) 二氧化錳催化氯酸鉀的分解
(C) 濃鹽酸與二氧化錳的反應
(D) 加熱亞硝酸鈉和氯化銨的混合物
(E) 加熱氯化銨和生石灰的混合物
答案：(A)(B)(D)
解析：排水集氣法可用來收集難溶於水且不易與水起反應的氣體，如 O_2、H_2、N_2 和乙炔。(A)產生乙炔，該反應使用飽和食鹽水而不使用純水的原因是碳化鈣與水反應十分劇烈，因此使用飽和食鹽水可以減緩反應速率；(B)產生氧氣； (C)產生氯氣；(D)產生氮氣；(E)產生氨氣。答案選(A)(B)(D)。

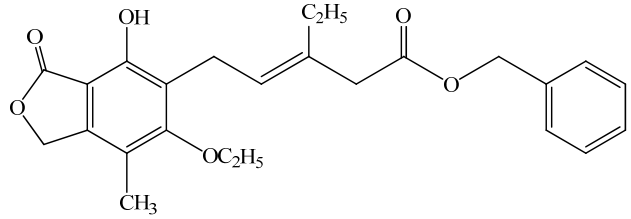
55. W、X、Y 和 Z 為週期表中前三週期的四個元素，而且其原子序大小為 W < X < Y < Z。已知元素 W 是製備一種高效電池的重要材料，X 原子的最外層電子數是內層電子數的 2 倍，Y 是地殼中含量最豐富的金屬元素，基態 Z 原子的最外層電子數是其含電子主殼層數的 2 倍。下列有關此四元素的敘述何者正確？
(A) W 和 X 的氯化物中，各原子皆滿足八隅體的電子組態
(B) X 與氫形成的原子數比為 1:1 的化合物有很多種
(C) Y 金屬與氫氧化鈉水溶液或鹽酸反應均會產生氫氣
(D) Z 可與 X 形成共價化合物 XZ_2
(E) 相同莫耳數的 W 和 Y 與水完全反應，後者產生較多的氫氣
答案：(B)(C)(D)(E)
解析：X 原子的最外層電子數是內層電子數的 2 倍，所以 X 是碳；元素 Y 是地殼中含量最豐富的金屬元素，則 Y 為鋁；基態 Z 原子的最外層電子數是其含電子主殼層數的 2 倍，且 Z 的原子序大於鋁，故 Z 為硫；而元素 W 是製備一種高效電池的重要材料，且原子序小於碳，可推知 W 為鋰。
(A)鋰和碳的氯化物中鋰原子沒有符合八隅體的電子組態。
(B)碳：氫 ＝1：1 的碳氫化合物如 C_2H_2、C_6H_6 和 C_8H_8。
(C)鋁與氫氧化鈉水溶液或鹽酸反應均會產生氫氣。
(D)硫與碳可形成共價化合物如 CS_2。
(E)一莫耳鋁與水反應可產生 1.5 莫耳的氫氣，但一莫耳鋰與水反應只產生 0.5 莫耳的氫氣。
答案選(B)(C)(D)(E)。

56. 在鹽 $NH_4Fe(SO_4)_2$ 溶液中逐滴加入 $Ba(OH)_2$ 溶液，則下列哪些為此混合溶液中可能發生的反應？ (K_{sp}：$Fe(OH)_2 = 1.8 \times 10^{-15}$; $Fe(OH)_3 = 4.0 \times 10^{-38}$)
(A) $Fe^{2+} + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2\ OH^- \rightarrow BaSO_4\downarrow + Fe(OH)_2\downarrow$
(B) $NH_4^+ + Fe^{3+} + 2\ SO_4^{2-} + 2\ Ba^{2+} + 4\ OH^- \rightarrow BaSO_4\downarrow + Fe(OH)_3\downarrow + NH_3 + H_2O$
(C) $2\ Fe^{3+} + 3\ SO_4^{2-} + 3\ Ba^{2+} + 6\ OH^- \rightarrow 3\ BaSO_4\downarrow + 2\ Fe(OH)_3\downarrow$
(D) $3\ NH_4^+ + Fe^{3+} + 3\ SO_4^{2-} + 3\ Ba^{2+} + 6\ OH^- \rightarrow 3\ BaSO_4\downarrow + Fe(OH)_3\downarrow + 3\ NH_3 + 3\ H_2O$
(E) $2\ Fe^{3+} + 2\ SO_4^{2-} + 2\ Ba^{2+} + 5\ H_2O \rightarrow 2\ BaSO_4\downarrow + 2\ Fe(OH)_2\downarrow + 3\ O_2 + 6\ H^+$

答案：(B)(C)

解析：$NH_4Fe(SO_4)_2$ 中的 Fe 價數為+3，所以選項(A)不正確。(B) $NH_4Fe(SO_4)_2$ 與足量的 $Ba(OH)_2$ 反應，所以正確。因為 $Fe(OH)_3$ 的 K_{sp} 很小，所以加入的 $Ba(OH)_2$ 的 OH^- 先與 Fe^{3+} 沉澱，過量的 OH^- 再與 NH_4^+ 進行酸鹼中和反應;(C)為 $Ba(OH)_2$ 不足量時的反應; (D) $Ba(OH)_2$ 不足量時，不會發生 OH^- 與 NH_4^+ 進行酸鹼中和反應。(E)此溶液不會發生氧化還原反應，即 Fe^{3+} 不會氧化水產生 O_2 和 Fe^{2+}。答案選(B)(C)。

57. 下列有關下圖所示的有機化合物的敘述，哪些正確？



(A) 該化合物既可以與 Br_2 的 CCl_4 溶液發生加成反應，又可以在光照下與 Br_2 發生取代反應
(B) 該化合物有三個酯基
(C) 該化合物既可以與 $FeCl_3$ 溶液產生顯色反應，又可以與 $NaHCO_3$ 溶液反應放出 CO_2 氣體
(D) 該化合物可以使 $KMnO_4$ 溶液褪色
(E) 該化合物可視為羧酸的衍生物

答案：(A)(D)(E)

解析：(A)該化合物含有 C-C 雙鍵，所以可以與 Br_2 進行加成反應;又因為含有甲基和乙基，故可以在光照下與 Br_2 進行取代反應。

(B)該化合物只含有兩個酯基。

(C)該化合物無法與 $NaHCO_3$ 溶液反應。

(D)該化合物含有一個 C-C 雙鍵(烯)可以使 $KMnO_4$ 溶液褪色。

(E)該化合物有酯基，所以是羧酸的衍生物。答案選(A)(D)(E)。

58. 下列物質哪些具有導電性?

(A) 液態氨
(B) 鉻酸鉛水溶液
(C) 熔融態的氧化鈣
(D) 熔融態的二氧化矽
(E) 二氧化硫水溶液

答案：(C) (E)

解析：

(A) 分子化合物
(B) 鉻酸鉛不溶於水
(C) 含 Ca^{2+} 及 O^{2-} 離子
(D) 熔融態二氧化矽不解離成離子
(E) $SO_2 + H_2O \rightarrow H^+ + HSO_3^-$

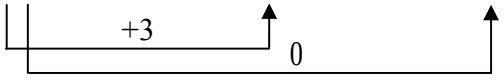
59. 沈澱的顏色可用來辨別溶液的本質，下列敘述何者正確？

(A) $AgNO_3$ 溶液可用來區分含 Cl^-、Br^- 或 I^- 的溶液

(B) $Ba(NO_3)_2$ 溶液可用來區分含SO_4^{2-} 或PO_4^{3-}的溶液
(C) $Ca(NO_3)_2$ 溶液可用來區分含SO_4^{2-}或$C_2O_4^{2-}$的溶液
(D) $AgNO_3$ 溶液可用來區分含CO_3^{2-}或OH^-的溶液
(E) K_2CrO_4 溶液可用來區分含Pb^{2+}或Ag^+的溶液
答案：(A) (D) (E)
解析：
(A) AgCl為白色，AgBr為淡黃色，AgI為黃色
(B) 皆為白色沈澱
(C) 皆為白色沈澱
(D) Ag_2CO_3為白色沈澱，Ag_2O為深棕色
(E) $PbCrO_4$為黃色，Ag_2CrO_4為磚紅色

60. 下列敘述哪些正確?
(A) 碳酸氫鈉的水溶液為酸性
(B) 硫酸是氫硫酸的簡稱
(C) 次磷酸鈉的化學式為NaH_2PO_2
(D) 錳酸鈉的化學式為Na_2MnO_4
(E) 亞氯酸中，氯的氧化數為+5
答案：(C) (D)
解析：
(A) $NaHCO_3$為鹼性
(B) 硫酸：H_2SO_4，氫硫酸：H_2S
(E) $HClO_2$中Cl的氧化數為+3

61. 氰系電鍍廢水的化學處理分為二步驟：(1)將溶液pH調在10與11之間，以次氯酸鈉將氰離子氧化成氰酸根(示性式CNO^-，(2)將pH調到約7.5，再以次氯酸鈉將氰酸根氧化成氮氣。化學處理完後，再用樹脂吸附未反應之氰根，則可得合格之排放水。下列有關氰系廢水化學處理之敘述，哪些正確?
(A) 第一步淨離子平衡反應的係數和為4
(B) 第二步淨離子平衡反應的係數和為15
(C) 總反應中，每莫耳CN 需要2莫耳次氯酸鈉，才能反應完全
(D) 第二步反應中氮的氧化數增加3
(E) 第二步反應中碳的氧化數增加2
答案：(A) (D)
解析：
(A) $ClO^- + CN^- \rightarrow NCO^- + Cl^-$係數和為4
(B) $2\,NCO^- + 3\,ClO^- + H_2O \rightarrow N_2 + 3\,Cl^- + 2\,HCO_3^-$係數和不為15
(C) 步驟1 $CN^- : ClO^- = 1:1$ 。步驟2 $NCO^- : ClO^- = 1:1.5$，因此需要2.5 mol
(D) $2\,NCO^- + 3\,ClO^- \rightarrow N_2 + 3\,Cl^- + HCO_3^-$



(E) 碳的氧化數不變

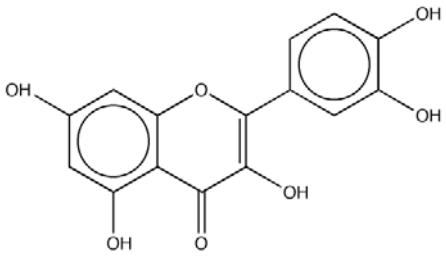
62. 張同學在實驗室中利用比色法來測量鐵離子與硫氰根離子反應生成硫氰化鐵錯離子之平衡常數；當他將 0.10 M 之 $Fe(NO_3)_3$ 溶液與 0.0016 M 之 KSCN 溶液等體積混合，反應達平衡時與含有 1.0×10^{-3} M 的 $FeSCN^{2+}$標準溶液比色，顏色相同時，標準溶液的液面高度與未知濃度溶液的液面高度之比為 2 : 5，則下列相關敘述哪些正確？
(A) 在本實驗中張同學應使用平底試管而非圓底試管以減少誤差
(B) 此一反應為一氧化還原反應
(C) 硫氰化鉀為有機鹽類，具有毒性，實驗後應集中交由環保單位處理
(D) 由本實驗得到的平衡常數約為 2.0
(E) 在實驗進行中，若兩支比色管顏色深淺不同時，應吸出顏色較深的比色管內溶液直到兩者俯視的顏色相同

答案：(A)(E)

解析：此反應中各原子之氧化數並無變化，故非氧化還原反應；硫氰化鉀為無機鹽類；另此反應平衡時之$[FeSCN^{2+}] = (2 / 5) \times 10^{-3} = 4.0 \times 10^{-4}$ M，平衡常數

$$K = \frac{4.0\times10^{-4}}{(\frac{0.10}{2} - 4.0\times10^{-4})(\frac{0.0016}{2} - 4.0\times10^{-4})} = 20.$$

63. 槲黃酮具有極高的抗氧化功效，其結構如下：



有關此一化合物之敘述哪些正確？
(A) 可使溴水褪色
(B) 此化合物中的氧原子均有相同的混成軌域
(C) 此分子含有許多 OH 基，故其水溶液呈鹼性
(D) 可產生分子內氫鍵
(E) 屬於一種聯苯化合物

答案：(A)(D)

解析：(A)此化合物為一多酚類，因為酚類可與溴水反應使溴水褪色；(B)此分子中的氧原子有 sp^2(C=O)和 sp^3(-OH, C-O-C)兩種混成軌域；(C)此分子為一酚類溶於水會呈弱酸性；(D)由結構可知其可形成分子內氫鍵；(E)另聯苯化合物的定義為兩苯環間必須以一單鍵連結，此化合物非聯苯化合物，故答案為(A)(D)

64. 吳同學在實驗室中進行順丁烯二酸與反丁烯二酸的性質檢驗，下列相關敘述哪些正確？
(A) 以 NaOH 溶液滴定等體積且濃度相同的順丁烯二酸與反丁烯二酸溶液，當達完全中和時，則順丁烯二酸所需要的 NaOH 量較多
(B) 反丁烯二酸的熔點比順丁烯二酸高
(C) 在水中溶解度：順丁烯二酸大於反丁烯二酸

(D) 等濃度的此二酸溶液與鎂帶反應時，順丁烯二酸溶液產生氣泡的初始速率較快
(E) 測熔點時，使用試管來裝填受測樣品
答案：(B)(C)(D)
解析：雖然順丁烯二酸的酸性較強，但兩者在溶液中的莫耳數相同，故以 NaOH 滴定達完全中和時，其所需之 NaOH 量相同；另測熔點時樣品應裝填於毛細管內，而非試管中

65. 現有一濃度為 0.10 M 的雙質子酸 H_2A 50.0 mL，以 0.10 M NaOH 溶液滴定，當加入 25.0 mL NaOH 溶液時，混合溶液之 pH 值為 6.22；而加入 50.0 mL NaOH 溶液時，混合溶液的 pH 值為 8.00，則下列相關敘述哪些正確? (log2 = 0.301, log3 = 0.477)
(A) H_2A 之 K_{a1} 約為 6.0×10^{-7}
(B) 未滴定前，此酸溶液中$[H^+] = [HA^-] + [A^{2-}] + [OH^-]$
(C) 滴定過程中當 pH 值為 8.00 時，溶液中主要存在的分子和離子為 H_2O, Na^+, A^{2-}
(D) 滴定過程中當 pH 值為 6.00 時，溶液中主要存在的分子和離子為 H_2O, Na^+, HA^-, H_2A
(E) 當加入 35.0 mL NaOH 溶液時，此時的溶液為一緩衝溶液
答案：(A)(D)(E)
解析：(A)當溶液中加入 25.0 mL NaOH 時，此時達第一質子解離的半當量點，溶液的 pH 值等於 pK_{a1} (6.22)，故 $K_{a1} = 10^{-6.22} = 6.0 \times 10^{-7}$；(B)考慮溶液中的電荷平衡，則$[H^+] = [HA^-] + 2[A^{2-}] + [OH^-]$；(C)當溶液 pH 值為 8.00 時，溶液中的主要成分為 Na^+, H_2O, HA^-；(D)當溶液 pH 值為 6.00 時，未達第一當量點溶液中的主要成分為 Na^+, H_2O, H_2A, HA^-；(E)當加入 35.0 mL NaOH 時，溶液中主要含有 H_2A 和其共軛鹼 HA^-可形成一緩衝溶液，故答案為 (A)(D)(E)

66. 下列選項中之操作，哪些可能會使溶液褪色或產生顏色變化？
(A) 五氧化二釩之稀硫酸水溶液加入鋅粉
(B) 暗室中將正己烷氣體通入溴水
(C) 苯酚水溶液加入氯化鐵
(D) 斐林試劑加入甲酸
(E) 硫酸鎳水溶液加入乙二胺
答案：(A)(C)(D)(E)。
解析：本題考實驗中錯離子顏色變化、有機試劑顏色變化及過渡金屬氧化還原顏色變化。
(A) 出自選修化學下示範實驗"錯離子的形成"。不同價數之釩顏色不同，加入鋅可還原 5 價釩，**<u>因此會產生顏色變化</u>**。釩價數與顏色: V^{+5} 黃色; V^{+4} 藍色;V^{+3} 綠色; V^{+2} 紫色。
(B)飽和鍵不使溴水退色，暗室中亦不行鹵化反應，**<u>因此無顏色變化</u>**。
(C)可形成紫色錯合物，**<u>因此會產生顏色變化</u>**。
$6\ PhOH + FeCl_3 \rightarrow [Fe(OPh)_6]^{3-}$(紫色) $+ 6\ H^+ + 3\ Cl^-$。
(D)甲酸可與斐林試劑(藍)作用產生氧化亞銅(紅沉澱)，**<u>因此會產生顏色變化</u>**。
$HCOOH + 2\ Cu^{2+} + 6\ OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + Cu_2O + 4\ H_2O$
(E)硫酸鎳水溶液(Ni^{2+}綠色)會與乙二胺錯合，與一個乙二胺錯合成藍色，與兩個乙二胺錯合成靛色，與三個乙二胺錯合成紫色，**<u>因此會產生顏色變化</u>**。

67. 某生針對 A → B + C 之氣體反應速率進行量測，得到下列實驗數據，關於此反應之敘述，請選出正確之選項。 (log2 = 0.301; log3 = 0.477)

時間 (分)	0	2.0	4.0
A 之分壓 (atm)	1.00	0.60	P

(A) 若該反應為零級反應，則 P = 0.20
(B) 若該反應為一級反應，則 P = 0.36
(C) 若該反應為二級反應，則 P = 0.12
(D) 若該反應為零級反應，則其半衰期為定值，約為 2.5 分鐘
(E) 若該反應為一級反應，則其半衰期為定值，約為 2.7 分鐘
答案：(A)(B)(E)。
解析：本題考反應速率、反應級數與半衰期觀念與計算。
(A)零級反應分壓與時間關係為線性，故由 0 至 2.0 分鐘消耗 0.40 atm 知 2.0 至 4.0 分鐘亦應消耗 0.40 atm，故 P = 0.20。
(B)若為一級反應列式如下:

$$R_{0-2} = -\frac{0.60-1.00}{2.0-0} = k(\frac{1.00+0.60}{2.0})^{\mathbf{1}} \quad (1)$$

$$R_{2-4} = -\frac{P-0.60}{4.0-2.0} = k(\frac{0.60+P}{2.0})^{\mathbf{1}} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{0.60-1.00}{P-0.60} = \frac{1.00+0.60}{0.60+P}$$ 得 P = 0.36。

(C)若為二級反應列式如下：

$$R_{0-2} = -\frac{0.60-1.00}{2.0-0} = k'(\frac{1.00+0.60}{2.0})^{\mathbf{2}} \quad (1)$$

$$R_{2-4} = -\frac{P-0.60}{4.0-2.0} = k'(\frac{0.60+P}{2.0})^{\mathbf{2}} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{0.60-1.00}{P-0.60} = \left(\frac{1.00+0.60}{0.60+P}\right)^2$$ 解一元二次方程式得 P = 0.43。

[此選項可直接觀念解題=>二級反應之反應物消耗速率與分壓二次方成正比，因此，同時間內反應物剩餘量必多於零級的 0.20 atm，故不選。]
(D) 零級反應無固定半衰期。
(E) 一級反應半衰期若為 $t_{1/2}$，則 t 時間時 A 分壓(P_A)之表示法為:

$$P_A(t) = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} \cdot P_A(0)$$

帶入 0 至 2.0 分鐘實驗數據得: $0.60 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2.0}{t_{1/2}}} \times 1.00$，等號兩邊取對數，可解得 $t_{1/2}$ = 2.7 分鐘。

68. 請選出反應前後碳原子氧化數不變，但π鍵總數改變之選項。
(A) 植物油氫化
(B) 丙烯燃燒
(C) 乙炔聚合成苯
(D) 順丁烯二酸被氫氧化鉀中和
(E) 葡萄糖於水中由直鏈變成環狀
答案：(C)(E)。
解析：本題考氧化還原反應與有機分子結構，不須計算。
(A) 氫化反應碳原子氧化數及π鍵總數皆改變。
(B) 丙烯燃燒為氧化反應，產生 CO_2 及 H_2O，碳原子氧化數及π鍵總數皆改變。
(C) 乙炔聚合成苯環，碳原子氧化數不變，但π鍵總數由 6 減少為 3。

(D) 氫氧化鉀中和順丁烯二酸碳原子氧化數及π鍵總數皆不變。
(E) 葡萄糖於水中由直鏈變成環狀，碳原子氧化數不變，但π鍵總數減少。

69. 下列關於碳的同素異形體的敘述，哪些正確？
(A) 石墨層與層之間不導電，但同層內則導電
(B) 碳六十(C_{60})之碳混成軌域與鑽石之碳混成軌域相同
(C) 石墨烯可用膠帶剝離石墨表面得到
(D) 奈米鑽石可用膠帶剝離鑽石表面得到
(E) 石墨烯表面具有未混成之 p 軌域，因此石墨烯極易溶於水
答案：(A)(C)。
解析：本題考對碳材料之了解。
(B) C_{60} 為 sp^2 混成，鑽石則為 sp^3 混成。
(D) 鑽石硬度極高，奈米鑽石無法由膠帶剝離鑽石表面來製備。
(E) 石墨烯表面具有未混成之 p 軌域，不具極性，因此石墨烯難溶於水。

70. 下列哪些基態原子或離子之組合，其電子組態具有相同數目之未成對電子？
(A) Ca^{2+} 與 Cu^{+}
(B) Mn^{2+}與 Fe^{3+}
(C) Cu^{2+} 與 H
(D) Cr 與 Fe^{2+}
(E) Zn^{2+}與 Ni
答案：(A)(B)(C)。
解析：本題考電子組態，不須計算。
(A) Ca^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; Cu^{+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 未成對電子數皆為 0。
(B) Mn^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$; Fe^{3+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ 未成對電子數皆為 5。
(C) Cu^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$; H : $1s^1$ 未成對電子數皆為 1。
(D) Cr :$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 未成對電子數為 6; Fe^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ 未成對電子數為 4。
(E) Zn^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 未成對電子數為 0; Ni : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ 未成對電子數為 2。