

作答說明：

1. 本卷共分為四部分，第一部分到第三部分為選擇題，用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，以橡皮擦擦拭乾淨，切勿使用修正液(帶)。若擦拭不夠乾淨或未依規定劃記答案卡，導致機器掃描無法辨識答案者，其後果由考生自行承擔。其中複選題，需完全答對才給分。
2. 第四部分為填充題，一律使用藍色或黑色原子筆在「答案卡」背面作答。答案的題號及數字須依規定標明清楚，否則不予給分。
3. 本題目試卷共 10 頁，滿分 100 分。考試時間：80 分鐘
4. 原子量: H=1, C=12, N=14, O=16, F=19, Na=23, Al=27, S=32, Cl=35.5, K=39, Ca=40
Mn=55, Fe=56, Cu=64, Zn=65, Ba=137

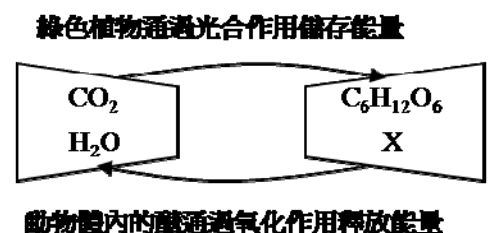
一、單選題 (17 題，每題 2 分，共 34 分)

1. 一般食品保鮮的措施有：添加防腐劑、填充保護氣體、放置乾燥劑和脫氧保鮮劑等。小白在剛買回家的蛋糕盒中，拿出盒內附贈的一小包脫氧保鮮劑，撕開後發現裡面放著一種灰黑色的粉末。把它放置幾天後，看到灰黑色粉末變得有些發紅。試問原該保鮮劑的灰黑色粉末可能為以下哪種物質？
(A) 鐵粉 (B) 鋁粉 (C) 二氧化錳 (D) 氧化銅粉末 (E) 碳粉
2. 綠色化學又稱「環境無害化學」，它的核心內容是提高化學製程的原子使用效率，以期待能有效利用原料分子的每一個原子。原子使用效率愈高，反應產生的廢棄物愈少，對環境造成的污染也愈少。

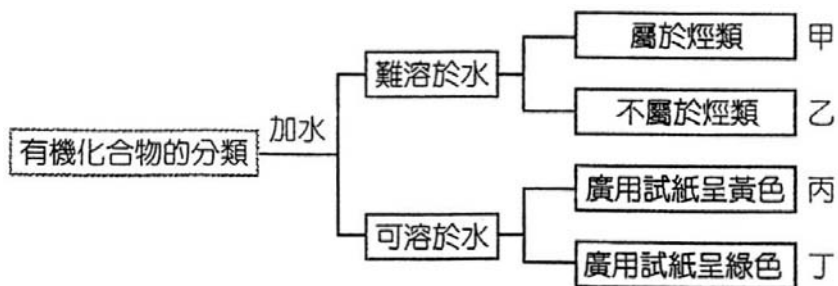
$$\text{原子使用效率} = \frac{\text{欲獲得產物的分子量}}{\text{所有生成物的分子量}} \times 100\%$$

例如下列反應式可製備乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)： $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaCl}$ ，則此反應的原子使用效率為何？

- (A) 25% (B) 44% (C) 72% (D) 87% (E) 100%
3. 右圖是兩組物質之間在一定的條件下相互轉化的過程，下列何者說法是不正確的？
(A) X 是 O_2 (B) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 是碳水化合物
(C) 綠色植物通過呼吸作用，將太陽能轉化成化學能
(D) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 與 X 反應生成 CO_2 和 H_2O 屬於化學反應
(E) 綠色植物行光合作用最主要的目的是製造植物本身生存所需的養分



4. 下列何組物質均為電解質？
 (A) CuSO_4 、 KNO_3 (B) Cu 、 NaOH
 (C) HCl 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (D) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (E) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 、 SO_2
5. 正常人胃液的 pH 值在 0.3~1.2 之間，當人體胃酸過多時，常服用胃藥以中和胃酸，這些胃藥的使用成分有些是碳酸鎂(MgCO_3)、碳酸氫鈉(NaHCO_3)或酒石酸鈉等，以這些物質做為胃藥的主要原因為何？
 (A) 酒石酸是營養品
 (B) Na^+ 、 Mg^{2+} 都是人體必需的元素
 (C) 碳酸氫鈉、酒石酸鈉等都是弱鹼性
 (D) MgCO_3 、 NaHCO_3 與胃酸作用生成 CO_2 ，服藥後有喝汽水的感覺
 (E) 碳酸鎂、碳酸氫鈉等胃藥多吃一點，可以改善腸胃不適的症狀
6. 常溫常壓下，10 mL 的氣態物質含有 2.67×10^{10} 個分子，而在這些分子裡又含有 8.01×10^{10} 個原子。物質又可分為 ①元素，②化合物 和 ③混合物 三種，則判斷該氣態物質可能是上述物質分類的哪種物質？
 (A) 只有① (B) 只有② (C) 只有③ (D) ①或②兩種 (E) ①或②或③三種
7. 小強取了四種常見的有機化合物，包括乙醇、丙烷、乙酸和乙酸乙酯，根據這四種物質的性質，分類如下圖所示：



所指示的 pH 值	4	5	6	7	8	9	10
廣用試紙的顏色	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫

請問甲、乙、丙、丁依序代表哪一種有機化合物？

- (A) 乙酸乙酯、丙烷、乙酸、乙醇 (B) 丙烷、乙酸乙酯、乙酸、乙醇
 (C) 丙烷、乙酸乙酯、乙醇、乙酸 (D) 乙醇、乙酸、丙烷、乙酸乙酯
8. 某工廠廢液中含有少量硫酸，擬選用下列物質中和後再排放，假設鹼性物質可完全解離並只和硫酸進行中和反應：

物質	KOH	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	NaOH
市場參考價格 (元/kg)	1.9	2.0	6.5	11.5

如果要求花最少的錢來中和相同量的廢液內硫酸，則應選擇哪種鹼性物質？

- (A) KOH (B) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (C) $\text{Al}(\text{OH})_3$ (D) NaOH

9. 李同學對於最近課堂上所教的托里切利實驗相當感興趣，在老師的指導之下，開始做托里切利測量大氣壓力的實驗。在室溫下，測得玻璃管內裝水銀時的水銀柱垂直高度為 77 cm，若李同學想將管內液體改裝成水時，他至少需要準備多少公尺(m)的玻璃管？(水的密度為 1 g/cm^3 ；水銀的密度為 13.6 g/cm^3)
(A) 7 (B) 8 (C) 9 (D) 10 (E) 11
10. 化學反應中的「複分解反應」是由兩種化合物透過離子間互相交換並生成兩種新化合物的反應，模式為 $AB + CD \rightarrow AD + CB$ 。常見例子有 $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{AgCl}$ 。已知在室溫下可進行某「複分解反應」為 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{CO}_3$ ，由下表中數據分析上述的化學反應，可知即鹼性較強的物質發生類似反應可以生成鹼性較弱的物質。依照此規律，請你判斷下列何者的化學反應是不能成立的？

溶質	CH_3COONa	NaHCO_3	Na_2CO_3	NaClO	NaCN
pH	8.8	8.6	11.6	10.3	11.1

表：在常溫下，六種相同濃度的溶液對應的 pH 值

- (A) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaClO} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$
 (B) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCN} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCN}$
 (C) $\text{NaClO} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{HClO} + \text{CH}_3\text{COONa}$
 (D) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaClO} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HClO}$
 (E) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COONa}$

[11-12 題為題組]

在畫有「+」字記號的白紙上置一錐形瓶，將硫代硫酸鈉溶液及鹽酸溶液先後倒入錐形瓶中，並開始計時，直到溶液混濁恰可遮住紙上的「+」字為止，下表是分別在不同條件下作五次實驗所得的數據，試回答下列問題：

	硫代硫酸鈉濃度	鹽酸濃度	溫度	遮住「+」字的時間	時間倒數(1/s)
甲	0.4M	0.3M	30°C	40 秒	0.025
乙	0.4M	0.3M	40°C	20 秒	0.05
丙	0.4M	0.3M	50°C	10 秒	0.1
丁	0.4M	0.4M	50°C	8 秒	0.125
戊	0.4M	0.6M	50°C	5 秒	0.2

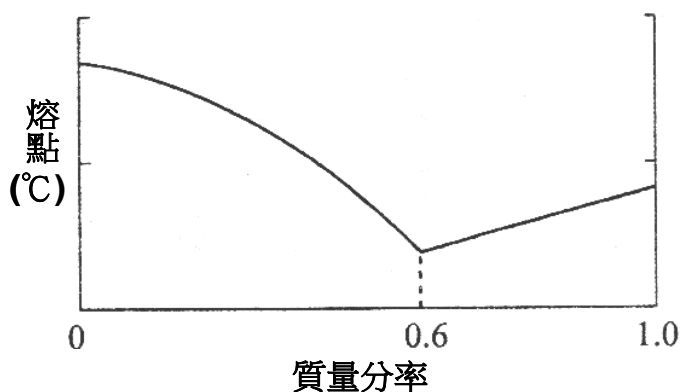
11. 實驗甲的反應速率為實驗丙反應速率的多少倍？
(A) 0.25 (B) 0.5 (C) 0.75 (D) 4 (E) 25
12. 欲探討濃度和反應速率的關係，應比較哪幾次實驗？
(A) 甲乙丙 (B) 甲乙丁 (C) 丙丁戊 (D) 乙丙丁 (E) 乙丙戊

[13-15 題為題組]

合金是由兩種或兩種以上的金屬(或金屬與非金屬)熔合而成，且具有金屬特性的物質。一般來說，合金的熔點會低於其中任何一個組成金屬的熔點，下表是一些金屬熔點的數據：

金屬	銅	鋅	錫	鉛	鈹	鎳
熔點(°C)	1083	419.6	231.9	327.5	271.3	320.9

混合物(mixture)中通常含有二種以上之成分物質，「分率(fraction)」是表示成分物質在總混合物中所佔的比例，常用的分率表示有質量分率或稱重量分率(mass fraction 或 weight fraction)和莫耳分率(mole fraction)兩種。而「質量分率」是指其成分物質的質量除以混合物總質量，「莫耳分率」則為某成分物質的莫耳數除以混合物總莫耳數。下圖為鉛錫合金中某種金屬的質量分率與合金熔點的關係圖。

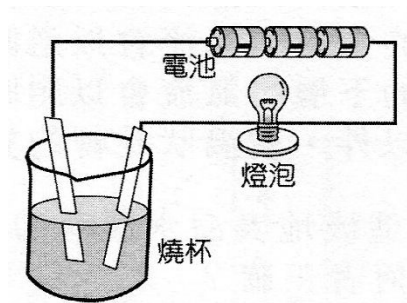


13. 請問其中橫坐標表示的是哪一種金屬的質量分率?
(A) 銅 (B) 鋅 (C) 錫 (D) 鉛 (E) 鈹
14. 當合金熔點最低時，合金中鉛與錫的質量比為多少?
(A) 1:1 (B) 1:3 (C) 2:3 (D) 3:1 (E) 3:2
15. 保險絲是由鈹、鉛、錫、鎳等金屬組成，其熔點約為哪些溫度範圍?
(A) 20~40°C (B) 60~80°C (C) 230~250°C
(D) 330~350°C (E) 355~400°C

[16-17 題為題組]

16. 已知紫甘藍菜汁是一含多種指示劑的電解液溶液，且水溶液酸鹼性對紫甘藍菜汁的顏色變化如下表所示，今燒杯中所盛裝紫甘藍菜汁水溶液，以石墨棒為電極通電之，裝置如下圖，下列敘述何者正確？

酸鹼值	紫甘藍菜汁顏色
酸性	紅色
中性	紫色
鹼性	綠色



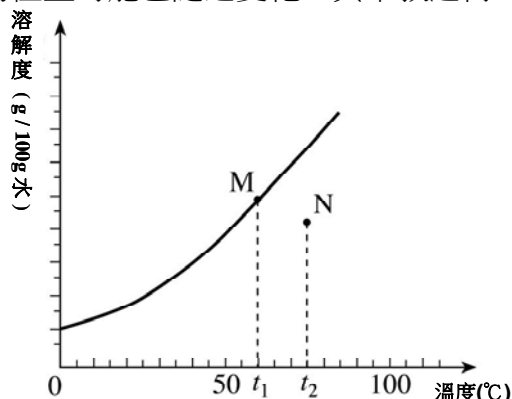
- (A) 燈泡不亮
(B) 通電一段時間後，溶液 pH 值變高
(C) 通電一段時間後，溶液由紫色轉變為紅色
(D) 通電一段時間後，溶液中正、負電荷的總量不相等
(E) 開始通電後，溶液會冒出氣泡，以點燃的火柴棒靠近會產生爆鳴聲，且燃燒劇烈
17. 承上題圖之實驗裝置，接著剪裁一片適當大小的濾紙放入溶液兩電極之間，藉此將溶液分隔成左右兩端。通電一段時間後，發現濾紙左、右兩端溶液顏色發生改變，則下列敘述何項正確？
- (A) 燈泡不亮
(B) 通電一段時間後，左端溶液 pH 值變小
(C) 通電一段時間後，左、右兩端溶液顏色相同
(D) 通電一段時間後，左端溶液顏色呈綠色
(E) 開始通電後，溶液兩端皆會冒出氣泡，以點燃的火柴棒靠近皆會產生爆鳴聲，且燃燒劇烈

二、複選題 (9 題，每題 4 分，共 36 分，全對才給分)

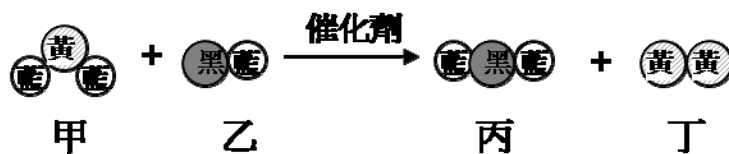
說明：複選題，不只一個答案，全對才給分。

18. 發生下列現象的原因，只和空氣中的水蒸氣有關的是哪些？(複選)
- (A) 夏季空調冷氣吹到的地方可看到有「冷氣霧」
(B) 濃硫酸露置於空氣中會增重、變稀
(C) 固體燒鹼在空氣中會變質，要密封存放
(D) 銅製品長期放在空氣中會產生「銅銹」(又稱「銅綠」)，其化學式為 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

19. 右圖為某固體溶解度隨溫度變化的關係圖。此固體從溶液中析出時沒有結晶水。M、N 兩點分別表示此固體溶於水後，各形成兩種溶液在不同溫度時的濃度。當影響溶解度的因素改變時，溶液新的狀態在圖中所對應的「點」的位置可能也隨之變化，其中敘述何者不正確? (複選)



- (A) 都升溫 10°C 後，M、N 點均向右平移
 (B) 加水稀釋（假設溫度都不變）時，M、N 點均不動
 (C) 都降溫 10°C 後，M、N 點均向左平移
 (D) 蒸發溶劑（假設溫度都不變）時，先是 M 點不動，N 點左平移至曲線；繼續蒸發溶劑，M、N 點都不動
 (E) 此固體溶解度大小會隨溫度的上升而降低
20. 由於汽機車的排放廢氣含有未完全燃燒之一氧化碳(CO)與碳氫化合物，使得空氣品質不斷惡化，為解決此一現象，政府制定相關的環保法規，訂定汽機車的廢氣排放標準，而觸媒轉化器則在此情況下開始發展起來。近年來常使用的「三相觸媒轉換器」可將汽車排放的有毒氣體處理為無污染的氣體，下圖為該反應的微觀示意圖(係數未平衡)，其中不同符號的球代表不同種原子。下列敘述何者不正確? (複選)



- (A) 乙和丙中所含元素種類相同 (B) 化學方程式中，乙和丙的係數均相同
 (C) 該反應中共有三種元素 (D) 化學方程式中，乙和丁的係數均相同
 (E) 化學方程式中，甲和丙的係數均相同
21. 下列哪些反應會產生 CO_2 氣體? (複選)
- (A) 以石墨為電極，電解稀硫酸溶液 (B) 加熱碳酸氫鈉所得的產物
 (C) 碳酸鈉溶液加氯化鈣溶液 (D) 加熱石灰所得的產物
 (E) 稀硫酸溶液加蘇打
22. 義嘉在實驗室製造肥皂，他將 6M 的 NaOH 溶液 10mL、10mL 的椰子油和 10mL 的乙醇一起放在蒸發皿內加熱，待沸騰後再加水繼續加熱 5 分鐘即熄火，便大功告成了。關於肥皂的敘述，何者是正確的? (複選)
- (A) 在海水中不易發揮去汙作用 (B) 肥皂水呈酸性
 (C) 肥皂分子中，由許多碳原子和氫原子組成的長鏈端，是親油性
 (D) 皂化反應後，可加入飽和食鹽水，讓肥皂溶於飽和食鹽水
 (E) 皂化的反應方程式為：椰子油 + 氫氧化鈉 \rightarrow 脂肪酸 + 丙三醇

23. 將兩種或多種金屬在同一容器加熱使其熔合，冷卻後得到具有金屬特性的熔合物—合金，這是製取合金的常見方法之一。試根據下表數據判斷（其他條件均可滿足），可採用上述方法製取的合金是以下哪些選項？（複選）

金屬	Na	Mg	Al	Cu	Fe
熔點(°C)	97.5	649	660	1083	1535
沸點(°C)	883	1090	2467	2567	2750

- (A) Cu-Na 合金 (B) Mg-Fe 合金 (C) Al-Na 合金
(D) Fe-Cu 合金 (E) Fe-Na 合金
24. 日常生活中，隨處可見化學！試問下列常見的事項，哪些屬於**氧化劑**的應用？（複選）
(A) 飲用水以臭氧殺菌 (B) 金針菇以二氧化硫漂白
(C) 多吃維他命 C，可防止人體細胞老化 (D) 洗衣服加入的含氯漂白水
(E) 餅乾包裝裡的生石灰

[25-26 題為題組]

2007 年諾貝爾化學獎授予德國化學家格哈德·埃特爾(Gerhard Ertl)，以表彰他在「固體表面的化學過程」研究中取得的傑出成就。不同物質接觸面的過渡區稱為界面，若其中一物質為氣態時，這種界面通常稱為表面；在其表面上所發生的一切物理化學現象統稱為「表面現象」，而研究各種表面現象實質的科學稱為「表面化學」。

25. 界面的類型形式上可以根據物質的三態來劃分，如液-固界面等。而表面現象主要研究的是以下哪些界面上發生的各種物理化學現象。（複選）
(A)液-固界面 (B)氣-固界面 (C)液-液界面 (D)氣-液界面 (E) 固-固界面
26. 下列哪些研究屬於表面化學研究的範疇？(複選)
(A) 配置王水 (B) 以金屬為催化劑，用氮、氫合成氨
(C) 測試 18K 合金的熔點 (D) 鋼鐵的生銹
(E) 以鉑、鎢等為催化劑，將汽車排放廢氣中的 NO_x、CO 等轉化為無污染物質

三、綜合題 (5 題，每題 3 分，共 15 分)

作答說明：此部分皆為單選題。

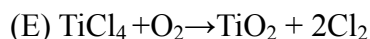
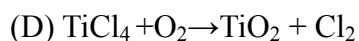
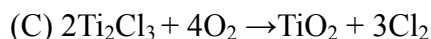
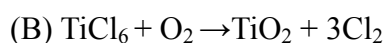
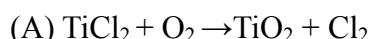
[27-28 題為題組]

「奈米科技」與「光觸媒科技」的結合，可謂為 21 世紀的綠色技術。奈米產品為新興科技，尤其是奈米光觸媒產品在殺菌、抑菌、除臭、清潔、空氣淨化等都有優異的功能，可以廣泛應用在生活上的各種民生用品上。

「光觸媒」是一種「在光源照射下利用特定波長光源的能量，進行催化反應的觸媒」，其原理與觸媒類似，不同的是使用「光觸媒」時必須要有紫外光照射才能與附在物體表面的外來物質產生氧化或還原作用。具有光催化反應的「光觸媒」種類不少，例如：氧化鋅、二氧化鈦、二氧化錫、硫化鎘等都是光觸媒的材料，其中二氧化鈦(Titanium Dioxide, TiO_2)因氧化還原能力強、化學安定性佳、無毒無色無害、效果長久、便宜易取得、環保等優點。近年來奈米 TiO_2 更應用在光觸媒、抗菌、防污、脫臭、環境淨化等機能性用途上。

27. TiO_2 的「納米材料」有廣泛的應用，工業製造 TiO_2 的方法是：步驟一：

$2\text{FeTiO}_3 + 7\text{Cl}_2 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{X} + 2\text{FeCl}_3 + 3\text{CO}_2$ ， X 為代號，可求得 X 的化學式；步驟二： X 再與氧氣反應生成 TiO_2 和氯氣，該步驟二的反應是以下哪個化學方程式？



28. 下列有關「奈米科技」與「光觸媒科技」相關敘述，何者正確？

(A) 「奈米科技」是指用一種稱為「奈米」的新物質為材料的相關科技

(B) 一般的光觸媒只要吸收可見光，即能產生殺菌作用

(C) 光觸媒藉由光能進行化學反應

(D) 二氧化鈦光觸媒的作用特性仿效「活性碳」，吸附有機物而淨化空氣

(E) 奈米材料是指像米粒一般大小的顆粒所構成的材料

[29-31 題為題組]

2011 年 3 月 11 日，日本發生芮氏地震規模 9.0 的強震，並造成福島的核電廠發生核安意外，身為日本近鄰的臺灣，人人無不談「核」色變，也提升了這兩年多來國人對於核能議題的關心與討論。核能指的是原子核發生分裂或融合時所伴隨的巨大能量變化，是一種常見的能源，多用於發電。

29. 核能的來源是核反應發生時，質量虧損經質能互換而得。根據愛因斯坦的質能轉換公式 $E = mc^2$ ，其中 E: 能量(焦耳，J)，m: 減少的質量(公斤，kg)，c: 光速(3×10^8 m/s)，所減少的質量可以轉換成極大的能量。試問每減少 1 公克的物質，可轉換多少 kJ 的能量？
(A) 3×10^2 (B) 3×10^5 (C) 9×10^{10} (D) 9×10^{13} (E) 9×10^{16}
30. 甲烷完全燃燒的化學反應式為 $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ， $\Delta H = -900$ kJ/mol，表示消耗 1 mol 的甲烷，需消耗 2 mol 氧氣，可以放出 900 kJ 的熱量。假設任何氣體在同溫、同壓、同體積時，其莫耳數皆相同；例如 25°C、1 atm 下，1 莫耳的氣體體積皆為 24.5 L。發生核反應時，1 公克的質量虧損所釋放出的能量相當於多少莫耳(mol)甲烷完全燃燒時所釋放出的熱量？
(A) 1×10^7 (B) 1×10^8 (C) 1×10^9 (D) 1×10^{10} (E) 1×10^{11}
31. 承上(30)題，若需要使 8 g 甲烷完全燃燒，至少需要提供 25 °C、1 atm 的空氣多少公升(L)？
(A) 12.25 (B) 24.5 (C) 30.125 (D) 61.25 (E) 122.5

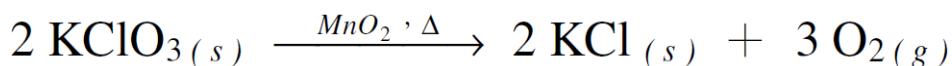
四、填充題 (5 格，每格 3 分，共 15 分)

作答說明：

此部分的答案務必使用藍色或黑色原子筆填寫在答案卡的背面，並依序由上而下寫出答案(題號務必標示清楚)，例如：第 31 題答案為 56.3，則於答案卡背面填寫 (31) 56.3。注意數字書寫要清楚，不易辨認者，不予給分。若為非整數且除不盡的數值需四捨五入進位，並取到小數點第一位，否則不予給分。

[32-36 題為題組]

空氣中的氧氣約占空氣體積比的 21%，而工業上直接可以從液態空氣中分離出氧氣。在實驗室裡欲製備少量的氧氣，常以二氧化錳(MnO_2)作為催化劑，使氯酸鉀(KClO_3)加熱分解形成氯化鉀和氧氣。催化劑又稱觸媒，在國中階段的定義是能改變化學反應速率，而本身的質量、組成和化學性質在參加化學反應前後保持不變的物質。



王同學取 KClO_3 固體和過量的 MnO_2 固體的混合物 25g 加熱達到完全反應，並假設 KClO_3 固體為純物質，且完全被反應。在一定溫下，將反應後所有殘留的固體加入 12g 水中，有 12g 固體未溶解，再加入 5g 水，仍有 10g 固體未溶解，求原混合物中可能含有的 KClO_3 質量。下表為 KCl 在不同溫度下的溶解度。($\text{KClO}_3=122.5$ ， $\text{KCl}=74.5$)

溫度(°C)	0	20	40	60	80	100
溶解度(g/100g H_2O)	28.0	34.4	40.0	45.8	51.1	56.3

王同學試著一個一個步驟去思考如何求原混合物中可能含有的 KClO_3 質量。

32. 第一步：假設最後未溶解的 10 g 固體全部是 MnO_2 固體，則可生成 (32) 克(g) KCl 。
33. 第二步：由第一步驟所得的值，可以推得此時 KCl 的溶解度是 (33) g/100g H_2O 。
第三步：與表中的溶解度值去比較，推論：未溶解的 10 g 固體不可能全是 MnO_2 。
34. 第四步：重新假設最後未溶解的 10 g 固體是 MnO_2 和 KCl 的混合物，則在某定溫下， KCl 的溶解度是 (34) g/100g H_2O 。
第五步：與表中的溶解度值去比較，可知該溶解度數值是可能存在的。
35. 第六步：兩次在水中溶解的 KCl 質量是 (35) 克(g)。
36. 第七步：由加熱後固體減輕的質量為生成氧氣的質量，求得原混合物中可能含有的 KClO_3 質量為 (36) 克(g)。