一、單選題

1. 工廠的廢氣以及汽、機車的排氣是空氣汙染的主要來源，但廢氣中的氮與氧的化合物可藉由適量的氨氣及催化劑，將其還原成無毒的 N_2 和 H_2O。今有 NO 與 NO_2 的混合氣體 (簡稱為 NO_x) 3.0 公升，與同溫、同壓的氨 3.0 公升，恰好可使該 NO_x 完全反應變成 N_2 與 H_2O。求該混合氣體 NO_x 中，NO 與 NO_2 的莫耳數比為何？

(A) 1：1 (B) 1：2 (C) 1：3 (D) 3：1 (E) 2：1

2. 下列哪一選項中的所有化合物，同時具有離子鍵、共價的σ鍵及π鍵？

(A) TiO_2、$[Co(NH_3)_5(CO)]$ (B) CH_3COOH、H_2CO

(C) NaN_3、$[Co(NH_3)_5(CO)]$ (D) NaN_3、NaCN

(E) $[Co(NH_3)_5(CO)]$、CH_3COOH

3. 2023 年諾貝爾化學獎頒給三位探索量子點奈米世界的先驅者。其中 CdSe 量子點其放光波長主要受到材料的哪一項所影響而改變？

(A) Cd 與 Se 的成分比例 (B) 奈米粒子表面界面活性劑種類

(C) 奈米粒子附著的基板種類 (D) 粒子尺寸大小

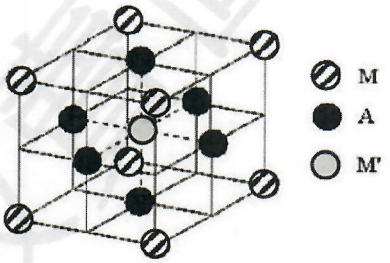
(E) 粒子所溶解的溶劑種類

4. 下列分子中，有幾個遵守八隅體規則？

BH_3、NO_2、SF_6、O_3、PCl_5

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

5. 某礦物 $M_xM'_yA_z$ 具有如右圖的立方體單位晶格，M、M' 為陽離子，A 為陰離子，則此礦物之實驗式為下列何者？



(A) MM'A (B) MM'_2A_3 (C) $MM'A_3$

(D) $M_2M'A_3$ (E) $M_8M'A_6$

6. 八面體配位化合物 $[Cr(NH_3)_3(SCN)_3]$ 有幾個幾何異構物？

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5 個

7. 在 1.0 M、1 公升的硫化鈉 (Na_2S) 水溶液中，加入氯化亞鐵 ($FeCl_2$) 固體 (含 Fe^{2+} 11.2 公克) (假設溶液體積不改變)。欲使 FeS 沉澱全部溶解需調整溶液 pH 值至酸性。已知 FeS 的 $K_{sp} = 4\times10^{-17}$，H_2S 的 $Ka_1 = 10^{-7}$，$Ka_2 = 10^{-13}$，請問溶液中 $[S^{2-}]$ 需低於多少 M 才不會產生 FeS 沉澱？

(A) 1×10^{-16} (B) 2×10^{-16} (C) 4×10^{-16} (D) 2×10^{-17} (E) 4×10^{-17} M

8. X 是 XO_4 分子的中心原子，XO_4 分子呈正四面體形狀，則 X 可能是下列哪一種元素？

(A) Si (B) S (C) P (D) I (E) Xe

9. 欲使 75 L 的安全氣囊在 1.0 atm 完全充氣，至少需使用多少克的 $NaN_3(s)$（式量 65）？（$NaN_3(s)$分解產生 Na(s)和 $N_2(g)$；$RT = 25\ L\cdot atm\cdot mol^{-1}$）

(A) 65 (B) 95 (C) 130 (D) 163 (E) 195 克

10. 市售的 75%藥用酒精溶液廣泛用於消毒和殺菌，是水和乙醇體積比為 25：75 的混合溶液。在 30 °C 時，水與乙醇的分子量、密度、飽和蒸氣壓分別如下表：

化合物	分子量	密度 (g/cm^3)	飽和蒸氣壓 (mmHg)
水	18.0	1.0	30
乙醇	46.0	0.8	110

若酒精溶液是理想溶液，在 30°C 時，75%藥用酒精溶液的飽和蒸氣壓是多少(mmHg)？
(A) 51.5 (B) 53.1 (C) 68.7 (D) 90.0 (E) 118.0 mmHg

11. 人類在睡眠期間吸入新鮮的空氣後，會呼出含較多 CO_2 的氣體，其來自體內葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$)的新陳代謝：

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O \quad \Delta H = -2.8\times10^3$ kJ

某人在睡眠時的體溫為 37°C，在 1 大氣壓下，每小時呼出 300 升氣體，所含 CO_2 的分壓為 0.04 大氣壓，經睡眠 8 小時後約產生多少熱量(kJ)？ (可不計新鮮的空氣中 CO_2 的分壓)
(A) 1.8×10^3 (B) 3.5×10^3 (C) 5.3×10^3 (D) 7.1×10^3 (E) 1.1×10^4 kJ

12. 鋰離子電池是常用的行動電源，可用於手機或電動車等，某品牌的鋰離子電池的電容量為 5000 毫安培·小時(mA·h)，以鈷酸鋰($LiCoO_2$)和碳材(C_6)為電極，其充、放電的反應式可表示如下：

$$2LiCoO_2 + C_6 \underset{\text{放電}}{\overset{\text{充電}}{\rightleftharpoons}} 2Li_{0.5}CoO_2 + LiC_6$$

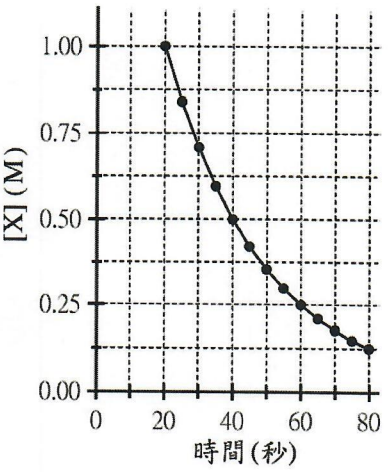
則該鋰離子電池應含有多少克的 $LiCoO_2$？ ($LiCoO_2$ 莫耳質量＝98.0 克。1 mA·h 表示可提供 1 小時的 1 毫安培電流)
(A) 18.3 (B) 36.6 (C) 54.8 (D) 73.1 (E) 91.4 克

13. 亨利定律是指氣體在溶劑中的溶解度與其分壓成正比，其比例常數稱為亨利常數(k_H)。在 25°C 時，氧氣在水中的 $k_H = 1.6\times10^{-3}$ mol/L·atm，大多數魚類需在水中氧氣重量濃度大於 4 ppm 才能生存，若魚類要能存活，空氣中氧氣的分壓至少需要多少(atm)？
(A) 7.8×10^{-5} (B) 2.5×10^{-3} (C) 3.9×10^{-3} (D) 3.9×10^{-2} (E) 7.8×10^{-2} atm

14. 在 30°C 時，化合物 X 反應生成 Y，為不可逆反應，其反應式如下：

$$2X(aq) \rightarrow Y(aq)$$

有一位學生測量該反應的反應速率，記錄[X]隨反應時間的變化。在第一次實驗時，該位學生忘了記錄 X 的起始濃度，而在反應後 20 秒才開始記錄濃度變化，數據如右圖所示。若在第二次實驗時，X 的起始濃度為 0.60 M，濃度應會減少至 0.15 M 需要多少時間(秒)？



(A) 20 (B) 36 (C) 40
(D) 60 (E) 80 秒

15. 考慮一個銅-銀電池：$Cu|Cu^{2+}$ (0.10 M)$||Ag^{+}$(1.0 M)|Ag，二電解液之體積均為 100 mL。若此電池以 3.86 安培的固定電流進行放電，試問經過多少分鐘後，Cu^{2+}和 Ag^{+}的濃度相同？

(A) 25　(B) 30　(C) 40　(D) 50　(E) 75 分鐘

16. 化合物 X 之水溶液（密度為 1.1 g/mL）的體積莫耳濃度和重量莫耳濃度分別為 0.80 M 和 0.80 m。試問 X 之莫耳質量為多少 g/mol？

(A) 25　(B) 50　(C) 75　(D) 100　(E) 125 g/mol

17. 以 0.20 M 之 NaOH(aq)滴定 20 mL 的某弱酸（HA）水溶液。當滴入 5 mL 時，溶液的 pH 為 3.5；共滴入 25 mL 可達滴定終點。由上述訊息可得：$pK_a(HA) = 3.5 + X$，試問 X 為多少？

(A) $-\log 4$　(B) $-\log 2$　(C) $\log 3$　(D) $\log 4$　(E) $\log 5$

18. 已知氟化鉛（PbF_2）之 K_{sp} 為 3.6×10^{-8}；HF 之 K_a 為 6.0×10^{-4}。若氟化鉛在 0.10 M HF(aq)及醋酸/醋酸鈉之緩衝溶液中的溶解度為 1.0×10^{-5} M，試問該緩衝溶液之 H^{+}濃度為多少 M？

(A) 2.0×10^{-4}　(B) 4.0×10^{-4}　(C) 8.0×10^{-4}　(D) 2.0×10^{-3}　(E) 4.0×10^{-3}

19. AgBr（$K_{sp} = 1.6 \times 10^{-13}$）在 NH_3(aq)中的溶解度遠比在純水中大，因 Ag^{+}會和 NH_3 形成錯離子之故。若將 AgBr(s)置於 1.0 M 之 NH_3(aq)中，並達成平衡，試問下列五種離子之濃度，何者最大？

(A) Ag^{+}　(B) $Ag(NH_3)^{+}$　(C) $Ag(NH_3)_2^{+}$　(D) H_3O^{+}　(E) Br^{-}

20. 下列化合物的命名，幾個<u>不存在</u>或<u>不符合</u> IUPAC 的規則：

2-丙基辛烷、2,4,4-三甲基戊烷、3-丁酮、2-戊醛

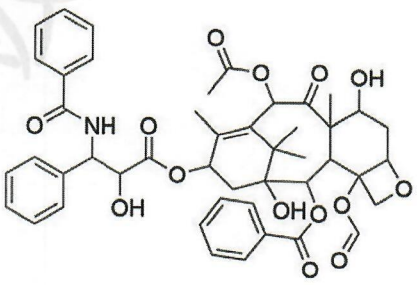
(A) 4　(B)3　(C) 2　(D) 1　(E) 0 (全符合) 個

21. 紫杉醇(如右圖)，是一種化療藥物。下面的官能基團中，紫杉醇<u>有幾種</u>？

酮類、醛類、胺類、鹵烷類、酯類、醇類、醯胺類

(A) 7　(B) 6　(C) 5

(D) 4　(E) 3 種



22. 下列物品的主要成分中，何者<u>不含有</u>苯環？

(A) 戴奧辛　(B) 黃色炸藥 TNT　(C) 寶特瓶

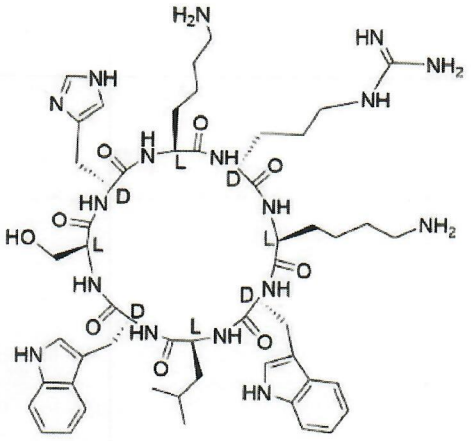
(D) 輪胎　(E) 耐熱的保麗龍免洗餐具

23. 下列有機化合物中何者<u>無法</u>形成同類分子間的氫鍵？

(A) 2-甲基-2-丁醇　(B) *N,N*-二甲基丁醯胺　(C) 甲乙胺

(D) *N*-甲基乙醯胺　(E) 4-甲基戊酸

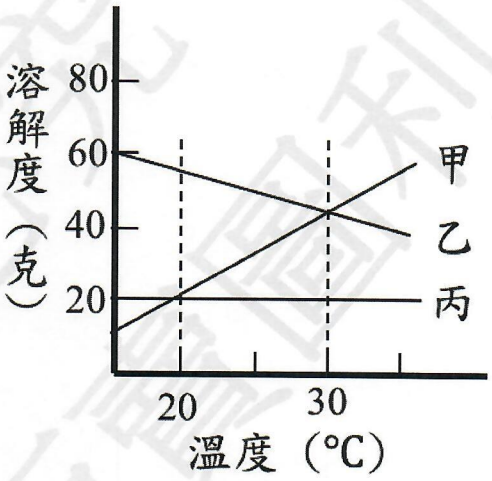
24. 環狀多肽近年來被大量研究作為小分子藥物，其中一個可能作為抗生素的結構如右圖，請問分子由**幾個**胺基酸組成？



(A) 4　(B) 5　(C) 6
(D) 7　(E) 8 個

二、多選題

25. 晶體試樣甲、乙、丙三種，假定在小溫度的範圍內，其溶解度 (克/100 克水) 曲線可簡化如下圖。今在室溫 20 ℃，配製甲、乙、丙三種試樣的飽和溶液，分別過濾得到澄清溶液後，做了下列實驗。試問下列敘述哪些正確？

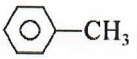
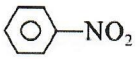


(A) 甲固體溶於水為吸熱反應、乙固體溶於水為放熱反應、丙固體溶於水不吸熱亦不放熱
(B) 升溫或降溫，丙溶液都不會有晶體析出來
(C) 若將各溶液分別降溫至 15 ℃，則只有甲晶體會析出來
(D) 若將各溶液的溫度，從 20 ℃ 升溫至 35 ℃，則只有乙晶體會析出來
(E) 若將各溶液升溫至 30 ℃ 後過濾，所得澄清溶液之濃度為甲 = 乙 > 丙。

26. 下列哪些反應屬於氧化還原反應？
(A) 鹽酸與氫氧化鈉反應
(B) 鋅片溶於稀硫酸放出氫
(C) 碳酸鈣溶於鹽酸放出二氧化碳
(D) 由氮及氫製氨氣
(E) 氯化鈉與硝酸銀作用產生氯化銀沉澱。

27. 下列有關鹵素性質的敘述，哪些正確？
(A) 鹵氧酸中的氧數目愈多，酸性愈弱
(B) 對於氯、溴及碘等分子，其鍵能愈低者，在高溫時，其分解常數 ($X_2 \rightleftharpoons 2X$) 愈大
(C) 在澱粉溶液中加入 KIO_3 及少量 5% 之 NaClO 可觀察到藍色的生成
(D) 在含環己烯的四氯化碳溶液中，滴入少量橙紅色的溴，可觀察到顏色的消逝
(E) 將碘加入 6 M 氫氧化鉀溶液中，稍微加熱後，再滴入 0.1 M 硝酸銀溶液，可觀察到黃色沉澱的生成。

28. 下列哪些分子是平面分子？

(A) H_2O_2　(B) N_2F_2　(C) C_2H_4　(D) 　(E) 

29. 若同一種金屬原子形成 (甲) 體心立方 (乙) 面心立方 (丙) 六方最密堆積，則下列各項比較，何者正確？

(A) 配位數甲＜乙＝丙

(B) 密度：甲＞乙

(C) 原子占有空間百分比：乙＝丙

(D) 甲、乙的密度比為 $4\sqrt{2}$ ： $3\sqrt{3}$

(E) 密度：乙＝丙。

30. 已知：甲為 $K_2Fe(EDTA)$；乙為 $Pt(en)Cl_4 \cdot 2NH_3$。其中，EDTA (乙二胺四醋酸根) 為六牙基，en (乙二胺) 為雙牙基。下列敘述，何者正確？

(A) 甲的 Fe：氧化數為＋3

(B) 甲、乙的中心離子均為 sp^3d^2 混成軌域

(C) 甲、乙錯合物均為八面體

(D) 各取等莫耳數的甲、乙分別溶入等量的水中，所得溶液的凝固點：甲＝乙

(E) 在含有 0.1 莫耳的乙溶液中，加入足量硝酸銀，可產生 0.4 莫耳的沉澱。

31. 有一水溶液中的反應如下：

$$A(aq) \underset{k_2,\ Ea_2}{\overset{k_1,\ Ea_1}{\rightleftharpoons}} B(aq)$$

正、逆向反應速率常數分別為 k_1 和 k_2，其活化能分別為 Ea_1 和 Ea_2，且 $Ea_1 < Ea_2$。在 25°C 下，當反應達平衡時，A 和 B 的濃度相同，[A] = [B]。下列哪些有關該反應的敘述正確？

(A) 是放熱反應

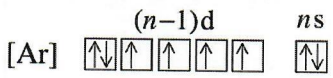
(B) 在 25°C 時，$k_1 > k_2$

(C) 在 35°C 時，$k_1 > k_2$

(D) 升高反應溫度時，反應熱增加

(E) 升高反應溫度時，反應平衡常數下降

32. X 原子的最穩定電子組態如下：



下列有關元素 X 的敘述中，哪些是正確的？

(A) $n = 3$

(B) 鹼土金屬元素

(C) 可形成穩定的 X^{4-} 離子

(D) 週期表上第 8 族元素

(E) 可與氧反應形成 X_2O_3 的化合物

33. 下列各選項之試劑（濃度均相同）混合而得的溶液，哪些具有相同的 pH 值？

(A) 15 mL $NH_3(aq)$ + 25 mL $NH_4Cl(aq)$

(B) 40 mL $NH_3(aq)$ + 15 mL $HCl(aq)$

(C) 40 mL $NH_3(aq)$ + 25 mL $HCl(aq)$

(D) 40 mL $NH_4Cl(aq)$ + 15 mL $NaOH(aq)$

(E) 30 mL $NH_4Cl(aq)$ + 10 mL $NaOH(aq)$

34. 兩種金屬 X 和 Y 構成的半電池 $X(s)|X(NO_3)_2(aq)$和 $Y(s)|YNO_3(aq)$，以鹽橋和導線組裝成電池後，發現 Y-電極有金屬析出。試問下列有關此電池的敘述，哪些正確？

(A) 電子由 Y 經導線流向 X

(B) X-電極為負極

(C) X-半電池的還原電位較 Y 半電池小

(D) 若增加 $YNO_3(aq)$的濃度，則電池的電壓會變小

(E) 若將二電解液加等量的水稀釋，則電池的電壓會變小

35. 過錳酸鉀（$KMnO_4$）滴定可用於定量草酸根（$C_2O_4^{2-}$）溶液的濃度。在酸性條件下，以 0.10 M 之 $KMnO_4$ 標準溶液，滴定 25 mL 之草酸根溶液，需消耗 16 mL 之 $KMnO_4(aq)$以達滴定終點。滴定反應式為：

$MnO_4^- + C_2O_4^{2-} + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + CO_2 + H_2O$（係數未平衡）。

試問下列有關此實驗之敘述，哪些正確？

(A) 過錳酸根作為氧化劑及指示劑

(B) 過錳酸根與草酸根的滴定常在室溫下進行

(C) 平衡反應式（係數為最簡整數）之係數總和為 38

(D) 原始草酸根溶液的濃度為 0.16 M

(E) 此滴定亦可在中性條件下進行，滴定反應式相同

36. 下下列各選項之試劑（濃度均為 1.0 M）混合後，哪些會產生沉澱？

(A) $BaCl_2(aq) + NaOH(aq)$

(B) $Ag(NH_3)_2^+(aq) + HCl(aq)$

(C) $Hg_2(NO_3)_2(aq) + HCl(aq)$

(D) $Cu(NO_3)_2(aq) + Na_2SO_4(aq)$

(E) $CaCl_2(aq) + Na_2C_2O_4(aq)$

37. 下列哪些化合物可溶於強鹼性水溶液中？

(A) BeO (B) MgO (C) Al_2O_3 (D) Cr_2O_3 (E) Fe_2O_3

38. 下列有關各化合物的敘述，何者**正確**？

(A) 乙二醇為二級醇，可作為抗凍劑。

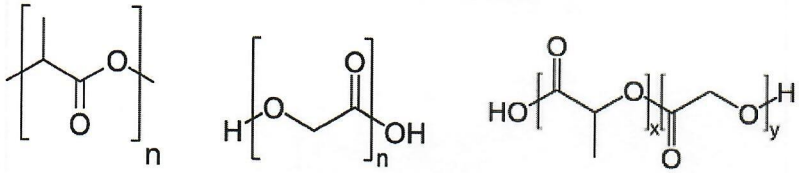
(B) 丙烯和酸性的水反應會生成 1-丙醇。

(C) 乙醯胺的鹼性較乙胺強。

(D) 乙醇的氧化物和乙醇反應，可得到產物乙酸乙酯。

(E) 多侖試劑不能用來分辨甲醛及甲酸。

39. 聚乳酸(PLA)和聚乙醇酸(PGA)都是具有高生物相容性的材料，把乳酸和乙醇酸混在一起聚合，可製備出共聚物 PLGA。PLA 可用有機溶劑純化。PLGA 可進行生物降解，隨著人體的代謝過程排出體外。把 PLGA 做成奈米粒子，可以分散在水中，做成攜帶藥物的奈米材料。下面的敘述，何者**正確**。



PLA **PGA** **PLGA**

(A) PLA, PGA 和 PLGA 的製備過程，屬於縮合聚合反應。
(B) 乳酸和乙醇酸屬於同分異構物。
(C) PLGA 變成奈米粒子後，從親水性變成親油性。
(D) PLGA 奈米粒子，表面帶電荷。
(E) 經儀器分析後得知 PLGA 分子量約 6500，乳酸和乙醇酸的比例約為 1:1，則這個 PLGA 的平均單體數約為 50。

40. 下列的檢驗反應結果(O 為有反應，X 為無反應)，何者完全**正確**？

選項	1-丁醇	2-丁醇	丁醛	丁酮
(A) $K_2Cr_2O_7$	O	O	X	X
(B) 金屬鈉	O	O	X	X
(C) $KMnO_4$	O	O	O	O
(D) 斐林反應	X	X	O	X
(E) 銀鏡反應	O	X	O	X

41. 下列哪些反應物在適當的條件下，可以反應得到含醯胺之產物？
(A) 醯氯 + 氨(B) 酯類 + 氨 (C) 酯類 + 胺 (D) 酸酐 + 胺 (E) 羧酸 + 胺

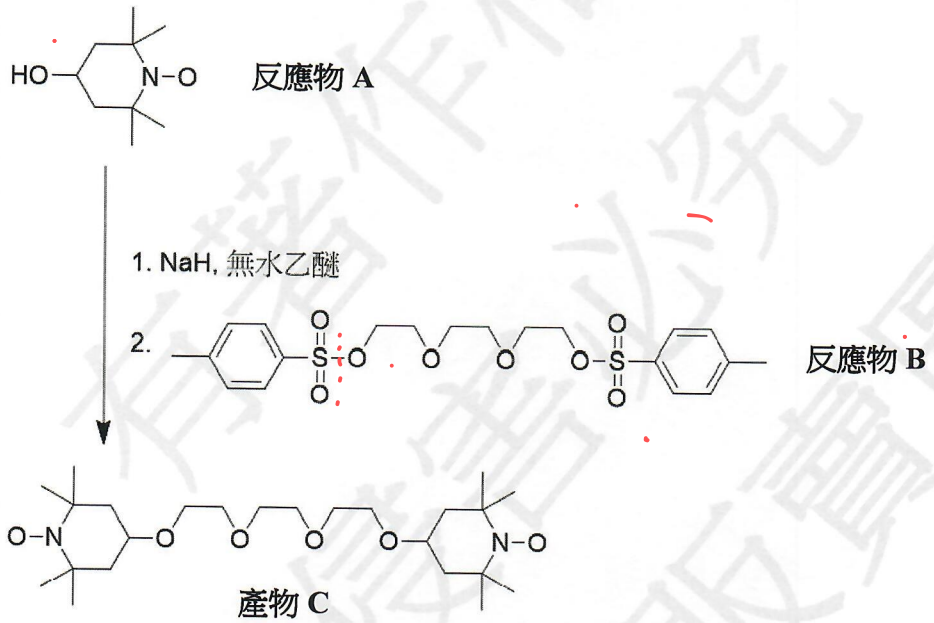
三、非選擇題

1. 已知金屬銀結晶為立方最密堆積 (ccp) 結構，計算銀晶體之密度 (g/cm^3)。銀的原子半徑為 1.44 Å，原子量為 107.9。

2. 氦原子之第二游離能為 5250 kJ/mol，試問 He^+ 之放射光譜中，在 $n \rightarrow 4$ ($n > 5$，n 為整數) 之譜線中落在可見光區 (400–700 nm) 的 n 值範圍為何。已知 1 kJ/mol ≈ 120000 nm。

3. $Na_2O_2(s)$和 $KO_2(s)$都會和 $CO_2(g)$反應生成 $O_2(g)$，可提供緊急氧氣來源；前者之反應同時產生 $Na_2CO_3(s)$，後者則產生 $K_2CO_3(s)$。將 Na_2O_2 和 KO_2 之固體混合物，置於一個固定體積和溫度之密閉容器中，通入 2.0 莫耳之 CO_2。當 Na_2O_2 和 KO_2 完全反應後，發現容器的總壓力減少 10%，而固體的質量則增加 13.6 克。回答下列各小題。
   (A) 寫出 Na_2O_2 和 CO_2 反應的平衡方程式 (2 分)
   (B) 寫出 KO_2 和 CO_2 反應的平衡方程式 (2 分)
   (C) 求所產生之氧氣的質量 (7 分)
   (D) 求原始固體混合物的質量 (2 分)
   (E) 若 Na_2O_2 和 KO_2 的總質量不變，只變化其比例 (其餘條件也不變)，則最多能產生多少克的氧氣？ (2 分)

4. 醚類合成最常用的反應式 Williamson 法，其中一個例子如下圖：



此反應實驗步驟如下：
1. 乾燥圓底瓶內，在通入氮氣的情況下，把反應物 A，NaH 及無水乙醚加入，攪拌半小時。
2. 加入溶在無水乙醚中的反應物 B。
3. 反應數小時後，慢慢加水到圓底瓶內，等一會，然後轉移混和液分依漏斗，搖盪後等溶液分層，取出乙醚層。
4. 移除乙醚後，得到產物 **C**

回答下列問題：
(a) 為什麼步驟 1、2 之乙醚要無水？寫出若乙醚有水的話，會發生的化學反應式？(4 分)
(b) 步驟 3 加水到圓底瓶中，為什麼要慢，之後為什麼要等一會？(4 分)
(c) 分液漏斗取乙醚層，是上層還是下層？(2 分)
(d) 畫出產物 C 的結構式？(5 分)