1. 在臺灣的市售商品上常看到有碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)的標示，如圖(一)所示，此標籤代表的意義爲何？
(A) 製得商品過程中所排放之二氧化碳量
(B) 商品廢棄回收所排放之二氧化碳量
(C) 商品在整個生命週期中的二氧化碳排放量換算結果
(D) 此標籤的最終目的在於讓民眾選擇低二氧化碳排放量之商品



圖(一)

2. 下列生活中所使用物質之用途，何者**錯誤**？
(A) 過氯酸：日常使用漂白劑成分之一
(B) 碳酸氫鈉：胃酸制酸劑，酸鹼滅火器
(C) 氟離子：降低齲齒的罹患，防止蛀牙
(D) 氮氣：填充於食物包裝的氣體，保鮮劑

3. 下列甲至丁四個實驗分別在合適的溫度及壓力下可生成四種不同的氣體，將所生成的主要氣體依照分子量大小進行排列，何者正確？(原子量：H = 1，C = 12，N = 14，O = 16)
甲、電石加水　乙、氮化鎂加水　丙、氯酸鉀加二氧化錳　丁、碳酸鈉加鹽酸
(A) 丙 > 丁 > 甲 > 乙　(B) 丙 > 丁 > 乙 > 甲
(C) 丁 > 丙 > 甲 > 乙　(D) 丁 > 甲 > 丙 > 乙

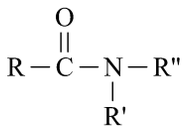
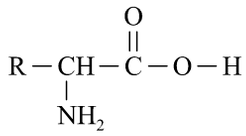
4. 有關等重的五種氣體 N_2、O_2、F_2、C_2H_4 和 CO_2，下列敘述何者正確？(原子量：H = 1，C = 12，N = 14，O = 16，F = 19)
(A) 氧原子數：$O_2 < CO_2$　(B) 碳原子數：$C_2H_4 < CO_2$
(C) 原子數：$N_2 = O_2 = F_2$　(D) 分子數：$N_2 = C_2H_4$

5. 在 $A + B \rightarrow D + E$ 反應中，A 與 B 先生成活化複合體 X，再由 X 變爲 D 和 E，X 較 A 和 B 能量高 50 千卡，X 較 D 和 E 能量高 75 千卡，則下列敘述何者正確？
(A) 此反應的活化能爲 25 千卡　(B) 此反應的活化能爲 50 千卡
(C) 此反應的反應熱爲 25 千卡　(D) 此反應的反應熱爲 75 千卡

6. 有關物質三態的敘述，下列何者正確？
(A) 分子間作用力在固態中最大　(B) 分子間的可壓縮性在氣態中最小
(C) 液態物質的形狀和體積隨容器而改變　(D) 氣態和液態的統稱爲凝態

▲閱讀下文，回答第 7-8 題

日常食用的醬油依據製作方式可分爲「釀造醬油」與「化學醬油」，傳統釀造醬油的過程爲：先將黃豆或黑豆蒸煮熟透，加入麴菌發酵，此過程會將豆類的蛋白質和碳水化合物進行分解，接著加入食鹽和水，將其置入發酵缸中進行長期發酵，發酵完成後，經過過濾、調味和殺菌，即可得到味道香醇的醬油。

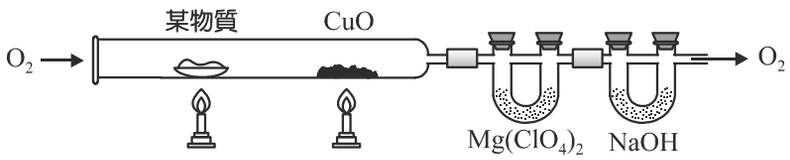
7. 下列何者最有可能爲發酵過程中蛋白質分解的產物？
(A) $R-NO_2$　(B) $R-CN$　(C) 　(D) 

8. 根據中華民國國家標準(CNS)，醬油依品質可分爲甲、乙、丙三個等級，要能達到品質最佳的甲級醬油條件之一爲每 100 mL 的醬油總氮量需達 1.4 g，氮含量越多表示醬油營養價值越高，色澤與香氣也越出色，下列何者氮含量的表示可達甲級醬油的條件？(假設醬油密度爲 1 g/mL，原子量：N = 14)
(A) 0.4 M　(B) 0.6 m
(C) 2×10^4 ppm　(D) 2×10^6 ppb

9. 市面上所販售的低鈉鹽主要成分爲氯化鈉和氯化鉀，根據行政院衛生署訂定，低鈉鹽的氯化鈉含量需低於 65%，而食用低鈉鹽能降低鈉攝取量，有助於調節血壓，但腎功能異常或正在服用特定降血壓藥物的患者應謹慎食用，以免引起高血鉀症。今測定某品牌的低鈉鹽中氯化鈉含量，實驗結果分別爲 50.89%、51.06%、51.56%，則此分析結果之平均偏差爲多少%？
(A) 0.26%　(B) 0.39%
(C) 0.52%　(D) 0.78%

10. 有關生化需氧量(BOD)和化學需氧量(COD)的敘述，下列何者正確？
(A) 可由 BOD 值與 COD 值來判斷水中溶氧量多寡
(B) BOD 值與 COD 值越大，表示水質越純淨
(C) 若兩等量的水中各含有等莫耳數的 C_3H_6O 和 $C_4H_8O_2$ 分子，則後者的 COD 值較大
(D) 大部分情況下 BOD 值會大於 COD 值

11. 張同學取 11 g 的某物質進行燃燒分析法，實驗裝置如圖(二)所示，已知張同學經由實驗結果計算得知，該物質中的氫原子共重 1 g 且分子式爲 $C_nH_{2n}O_2$，下列敘述何者正確？



圖(二)

(A) 該物質中的碳原子共重 4 g　(B) 該物質中的氧原子共重 6 g
(C) 第一個 U 型管在實驗後重量增加 18 g　(D) 第二個 U 型管在實驗後重量增加 22 g

12. 週期表中第二週期的元素從左至右，下列何種性質規律性地增加？
(A) 原子序、價殼層　(B) 原子序、價電子數　(C) 半徑、游離能　(D) 游離能、價電子數

13. 有關各粒子的電子組態敘述，下列何者正確？
(A) ${}_6C$ 的電子組態中，共有三個主殼層　(B) ${}_{18}Ar$ 的電子組態中，第 3 主殼層全滿
(C) ${}_{24}Cr$ ：$[Ne]3d^5 4s^1$　(D) ${}_{27}Co^{2+}$ ：$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$

▲閱讀下文，回答第 14-15 題

2020 年 8 月 4 日在黎巴嫩首都貝魯特發生大規模爆炸事件，本事故造成多人傷亡因而震驚國際社會，起因是一家工廠倉庫內，儲放大量的硝酸銨，因不明原因起火而爆炸。硝酸銨是一種白色結晶固體，主要用途是作爲農業上的高氮肥料，但也廣泛用於工業炸藥，例如採礦、爆破和土木工程，其危險性在於高溫下易與可燃物發生爆炸，故製造與儲存受到嚴格管制。

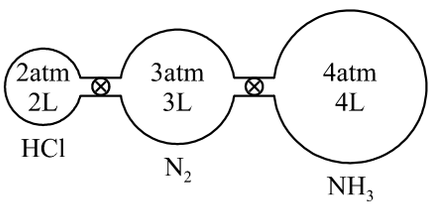
14. 有關硝酸銨的敘述，下列何者正確？
(A) 硝酸銨易溶於水　(B) 原子間皆以共價鍵鍵結
(C) 硝酸銨常以分子式表示　(D) 硝酸銨的路易斯結構式中含有 9 對孤電子對

15. 已知硝酸銨遇高溫會分解成氮氣、氧氣與水蒸氣，若今有 0.8 噸的硝酸銨在高溫下完全分解，生成的氮氣和氧氣在 STP(1 atm、0°C)下共多少升？(原子量：H = 1，C = 12，O = 16)
(A) 1.12×10^3　(B) 2.24×10^3
(C) 3.36×10^5　(D) 6.72×10^5

16. $N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightarrow 2NH_{3(g)}$ 其反應速率可表示爲 $R=-k_1\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t}=-k_2\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}=k_3\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$，下列敘述何者正確？
(A) $3k_1=1k_2$　(B) $3k_2=-2k_3$
(C) $\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t}=\frac{1}{3}\times\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$　(D) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}=\frac{2}{3}\times\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$

17. 已知部分物質的還原劑強度爲 $Zn > Fe > H_2 > Cu > Ag$，下列敘述何者正確？
(A) 氧化劑強度： $Zn^{2+} > Fe^{3+} > H^+ > Cu^{2+} > Ag^+$
(B) 氧化電位大小：$Zn > Fe > H_2 > Cu > Ag$
(C) 銅置於稀硫酸中會產生氫氣
(D) $Zn + Ag^+$ 爲非自發反應

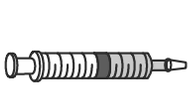
18. 王同學將三種氣體分別置入三個固定體積容器內，彼此間以活栓連接，如圖(三)所示，今於室溫下打開活栓，讓氣體充分混合後，發現容器內生成白色粉末，待反應完全後，有關容器內氣體的敘述，下列何者正確？(原子量：H = 1，N = 14，Cl = 35.5)



圖(三)

(A) 容器內壓力約爲 $\frac{4}{3}$ atm
(B) 容器內壓力約爲 $\frac{7}{3}$ atm
(C) 容器內氣體的平均分子量爲 17
(D) 容器內氣體的平均分子量爲 45

19. 室溫下，將含有 NO_2 和 N_2O_4 的混合氣體通入密閉的針筒中，如圖(四)所示，若兩氣體間已達平衡，反應式： $2NO_{2(g)} \rightleftarrows N_2O_{4(g)}$ ， $\Delta H = -59$ kJ ，某生將該針筒做以下操作，在達新平衡後，下列敘述何者正確？

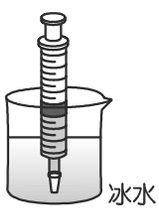

圖(四)



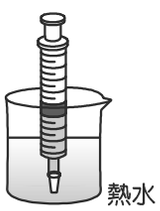
圖(四)-(a)



圖(四)-(b)



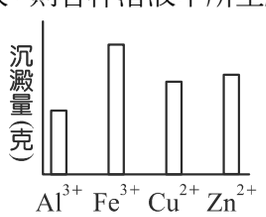
圖(四)-(c)

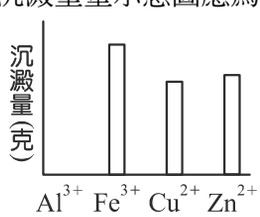


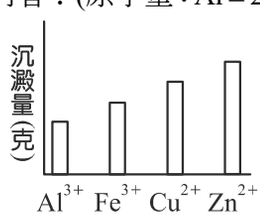
圖(四)-(d)

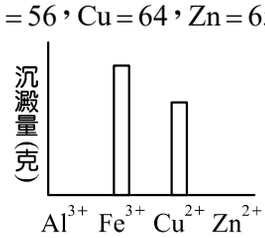
(A) 如圖(四)-(a)所示，將針筒活塞向內壓， NO_2 粒子數增加， NO_2 濃度上升
(B) 如圖(四)-(b)所示，將針筒活塞向外抽， NO_2 粒子數增加，針筒內顏色變淺
(C) 如圖(四)-(c)所示，將針筒放置於冰水中， NO_2 粒子數增加
(D) 如圖(四)-(d)所示，將針筒放置於熱水中，針筒內顏色變淺

20. 今有四杯溶液分別含有相同莫耳數的 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 與 Zn^{2+} ，接著在四杯溶液中加入過量的氫氧化鈉溶液，則各杯溶液中所生成的沉澱重量示意圖應爲下列何者？(原子量：Al = 27，Fe = 56，Cu = 64，Zn = 65)

(A)


(B)


(C)


(D)


21. 同溫下，氯化銀($K_{sp} = 1.44 \times 10^{-10}$)的溶解度(mol/L)約爲氯化亞汞($K_{sp} = 3.2 \times 10^{-17}$)的溶解度多少倍？
(A) 0.6　　(B) 0.8
(C) 6　　(D) 8

22. 有關有機物的敘述，下列何者正確？
(A) 分子式 C_8H_{10} 可能爲芳香烴　　(B) 3-甲基-1-丁烯具有幾何異構物
(C) 2-丁醇屬於一級醇　　(D) $C_2H_5COOC_2H_5$ 的中文命名爲乙酸乙酯

23. 有關有機物的化學反應，下列何者正確？
(A) 乙烯在中性溶液中與過錳酸鉀反應可生成乙二醇
(B) 丙炔與過量的氯化氫反應可生成 1,2-二氯丙烷
(C) 丙炔與水在硫酸汞的硫酸水溶液中可生成丙醛
(D) 2-丙醇與酸性的過錳酸鉀反應可生成丙酸

24. 在日劇「派遣女醫 X」中，一名女性接受硼中子捕獲治療(Boron Neutron Capture Therapy，簡稱 BNCT)，此爲一種全新型態的放射線治療，臺北榮總和清大團隊從零打造出 BNCT 的治療流程，其原理是將含有硼-10 的藥物注射進入病人身體中，癌細胞會吸收此硼-10 藥物，接著從體外照射熱中子射線，中子撞擊癌細胞內的硼-10，硼-10 分裂後釋放出 α 射線以破壞癌細胞，截至 2022 年 6 月底，已經治療 285 名癌症病患。下列哪一反應式最能表示此反應？
(A) ${}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{11}_{6}\mathrm{C} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$　　(B) ${}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{1}\mathrm{P} \rightarrow {}^{7}_{4}\mathrm{Be} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$
(C) ${}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{7}_{3}\mathrm{Li} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$　　(D) ${}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{1}\mathrm{P} \rightarrow {}^{11}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

25. 市面上販售一種速效鐵(EDTA-Fe)作爲植物的肥料，可快速補充植物因缺鐵而產生葉片黃化問題，而之所以使用 EDTA 與鐵離子配位，目的在於防止鐵離子沉澱，如此可大幅提高植物的吸收率，有關結構中心的鐵離子，其配位數及混成軌域爲何？
(A) 4， sp^3　　(B) 4， dsp^2　　(C) 6， sp^3　　(D) 6， d^2sp^3

26. 有關鹽類的分類及酸鹼性，下列何者正確？
(A) Na_2SO_4 爲正鹽，溶於水呈酸性　　(B) NaH_2PO_4 爲酸式鹽，溶於水呈酸性
(C) Na_2HPO_4 爲酸式鹽，溶於水呈酸性　　(D) Na_2HPO_3 爲酸式鹽，溶於水呈鹼性

27. 定溫下，甲、乙兩種純溶劑的蒸氣壓分別爲 120 及 180 mmHg，甲與乙混合形成理想溶液，取 0.3 莫耳的甲與未知量的乙混合，達平衡後，甲與乙的分壓恰好相等，則該溶液中乙的莫耳分率爲何？
(A) 0.2　　(B) 0.4
(C) 0.5　　(D) 0.6

28. 在普通化學實習中，我們可利用離子交換樹脂來將離子做分離，有關離子交換樹脂的敘述，下列何者正確？
(A) $R-SO_3^-H^+$ 屬於強酸型的陽離子交換樹脂
(B) 待純化的溶液中，其離子電荷數越高，交換程度越低
(C) 離子交換樹脂進行離子交換過程爲不可逆反應，用完即丟棄
(D) 若純化水的陰離子交換樹脂失效後，可用 HCl 水溶液使其再生

29. 有關分析化學的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 陰、陽離子分析屬於定性分析
(B) 取 5 mg 的試樣進行分析屬於微量分析
(C) 熔球試驗屬於定量分析
(D) 沉澱滴定屬於容量分析

30. 有關常見分析器具的敘述，下列何者正確？
(A) 滴定管屬分析器具中的 TC(To Contain)類別
(B) 量瓶能準確填裝一定重量的液體
(C) 配製硫酸溶液時，先取濃硫酸至量瓶，再加水至刻度線
(D) 吸量管在排放溶液時，其尖端需觸碰容器壁，流完後靜待 15 秒再移開吸量管

31. 有關陰、陽離子分析中率先分析的陽離子和陰離子及其原因，下列何者正確？
(A) NH_4^+，屬試劑中含有 NH_4^+
(B) NH_4^+，容易與屬試劑中的鹼性物質反應
(C) CH_3COO^-，屬試劑中含有 CH_3COO^-
(D) CH_3COO^-，容易與屬試劑中的酸性物質反應

32. 花媽在家泡澡時，在浴缸中加入海鹽，泡澡過程中測得水溫爲 40°C，泡澡水的 pH 爲 6.7，下列敘述何者正確？(假設海鹽成份爲 NaCl，該泡澡水中僅含有純水和 NaCl；$\log 2 = 0.3$)
(A) 該泡澡水爲酸性
(B) 相較於 25°C，在 40°C 時，水的 K_w 值較小
(C) 該泡澡水的 $[OH^-] = 2\times10^{-7}$ M
(D) 相較於純水，該泡澡水的凝固點較高

33. 張老師在實驗室中準備了 HX、HY 和 HZ 三種一元酸，其 Ka 依序爲 10^{-3} 、10^{-4} 和 10^{-5} ，三者濃度皆爲 0.1 M，體積 100 mL，今使用 0.2 M 的 NaOH 標準溶液滴定，則下列情況與三種溶液的 pH 值關係何者配對正確？
(A) 達當量點時，NaOH 標準溶液所需體積：HX > HY > HZ
(B) 達當量點時，溶液的 pH 值：HX > HY > HZ
(C) 加入 NaOH 標準溶液 25 mL 時，溶液 pH 值：HX > HY > HZ
(D) 加入 NaOH 標準溶液 75 mL 時，溶液 pH 值：HX ≈ HY ≈ HZ

34. 某草酸水溶液 50 毫升，取其中 30 毫升以酸性的過錳酸鉀滴定，達滴定終點時，共耗去 20 毫升，接著將剩餘的草酸水溶液以 0.25 M 的氫氧化鈉水溶液進行滴定，達滴定終點時，共耗去 32 毫升，則過錳酸鉀水溶液的體積莫耳濃度爲多少 M？
(A) 0.10
(B) 0.12
(C) 0.2
(D) 0.25

35. 承上題，達氧化還原滴定終點時，草酸共轉移 x mol 的電子，達酸鹼滴定終點時，草酸共解離出 y mol 的氫離子，則 x 和 y 分別爲多少？
(A) $x = 0.0048$ ， $y = 0.0072$
(B) $x = 0.0072$ ， $y = 0.0048$
(C) $x = 0.008$ ， $y = 0.012$
(D) $x = 0.012$ ， $y = 0.008$

36. 承上題，有關此過錳酸鉀與草酸的氧化還原滴定，下列敘述何者正確？
(A) 草酸在滴定過程中獲得電子，屬於氧化劑
(B) 可於過錳酸鉀溶液中添加鹽酸作爲酸的來源
(C) 若未於過錳酸鉀溶液添加酸，則滴定體積會增加
(D) 若將過錳酸鉀溶液置換爲同體積莫耳濃度的二鉻酸鉀溶液，則滴定體積會減少

37. 取 0.53 g 的 Na_2CO_3 和 0.08 g 的 NaOH 共同溶於 100 mL 的水中，以 0.2 M 的 $HCl_{(aq)}$ 滴定，達第一當量點時(以酚酞爲指示劑)，滴定體積爲 x mL，達第二當量點時(以甲基橙爲指示劑)，又滴入 0.2 M 的 $HCl_{(aq)}$ y mL，則 x 和 y 分別爲多少？(原子量：H = 1，C = 12，O = 16，Na = 23)
(A) $x = 12.5$ ， $y = 22.5$
(B) $x = 22.5$ ， $y = 12.5$
(C) $x = 25.0$ ， $y = 35.0$
(D) $x = 35.0$ ， $y = 25.0$

38. 今取 2.56 g 的 $CaCO_3$ 和 CaC_2O_4 混合固體加熱，加熱至 500°C 時，僅 CaC_2O_4 進行分解，已知重量減輕 0.112 g，則原固體中 $CaCO_3$ 的重量百分率爲多少%？(原子量：C = 12，O = 16，Ca = 40)
(A) 60
(B) 70
(C) 80
(D) 90

39. 將 1.000 g 的含碘試樣溶於 100 mL 試劑水中，取出該水溶液 25 mL，先加入 55 mL 的 0.02 M 之硝酸銀溶液，再用 10 mL 0.01 M 的 KSCN 滴定過量的 $AgNO_3$，則原試樣中碘的重量百分率約爲多少%？(原子量：I = 127)
(A) 50
(B) 60
(C) 70
(D) 80

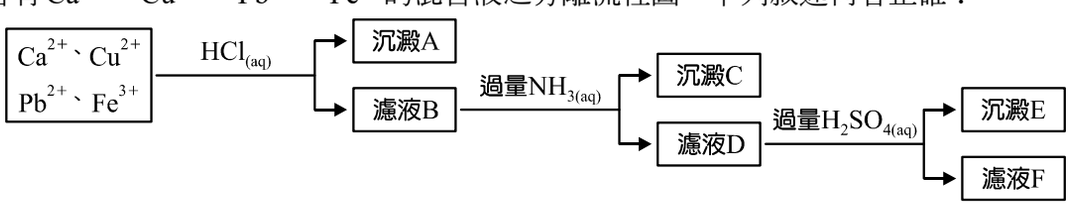
40. 容量分析的種類繁多，達滴定終點時顏色變化也相當多樣化，下列滴定達滴定終點時，顏色變化的判斷何者正確？

	流程	滴定終點時顏色變化
(A)	以過錳酸鉀溶液滴定酸性的草酸鈉溶液	紫色至無色
(B)	測定水的硬度，以 EDTA 滴定 pH = 10 下之水試樣，搭配 EBT 爲指示劑	藍色至紅色
(C)	酸性下碘酸鉀溶液加入過量的碘化鉀溶液後，以硫代硫酸鈉滴定，搭配澱粉爲指示劑	無色至藍色
(D)	以硝酸銀溶液滴定氰化物	無色至白色

41. 下列沉澱物的顏色，何者正確？
(A) MnS：黑色
(B) Hg_2Cl_2：白色
(C) Ag_2CrO_4：黃色
(D) $Fe(OH)_2$：黃色

42. 有關陰、陽離子分析的敘述，下列何者正確？
(A) 若加入 $Fe(CN)_6^{4-}$ 後，溶液中出現紅棕色沉澱，則可能有 Cu^{2+} 存在
(B) 若加入 NH_4SCN 的酒精溶液後，溶液中出現藍色環，則可能有 Fe^{3+} 存在
(C) 若加入二甲基乙二肟後，溶液出現黃色沉澱，則可能有 Ni^{2+} 存在
(D) 若加入鉬酸銨和硝酸溶液後，溶液中出現紅色沉澱，則可能有 PO_4^{3-} 存在

43. 圖(五)爲一含有 Ca^{2+}、Cu^{2+}、Pb^{2+}、Fe^{3+} 的混合液之分離流程圖，下列敘述何者正確？

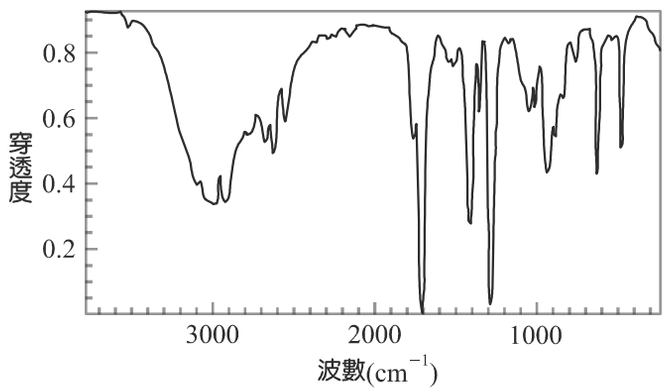


圖(五)
(A) 沉澱 A 的顏色爲黃色
(B) 沉澱 C 含有兩種沉澱物
(C) 沉澱 E 的顏色爲黃色
(D) 濾液 F 的顏色爲藍色

44. 有關紫外光與可見光光譜的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 常使用鎢絲燈作爲可見光的光源
(B) 樣品濃度越高，所偵測的準確度越高
(C) 校正時，在試樣槽中放置純溶劑，則調節穿透率爲 100%
(D) 不可使用塑膠作爲試樣槽的材質

45. 有關常見的光譜分析法，下列敘述何者**錯誤**？
(A) 感應耦合電漿(ICP)是原子吸收光譜儀常使用的激發裝置
(B) 光電倍增管爲原子吸收和發射光譜儀常使用的偵檢器
(C) 熱電偶爲紅外光光譜儀(IR)常使用的偵檢器
(D) 能斯特(Nernst)發光體爲紅外光光譜儀(IR)常使用的光源

46. 圖(六)最有可能爲下列哪一種有機物質的紅外線光譜圖？



圖(六)　NIST Chemistry WebBook (https://webbook.nist.gov/chemistry)

(A) 己烷　(B) 丙酮　(C) 乙酸　(D) 乙酸乙酯

47. 有關色層分析法的敘述，下列何者正確？
(A) 改變展開液的成分，則層析結果會不相同
(B) 可由層析結果，判斷出混合物中成分數量
(C) 若將固定相更改成廚房紙巾，則層析結果之 R_f 值皆相同
(D) Covid-19 快篩試劑的原理與層析法相同

48. 在某層析管柱中，渦流擴散因子 A = 2.0 cm，縱向擴散因子 B = 0.5 cm^2/s，非平衡質量傳遞因子 C = 0.5 s，則最佳流速和最佳理論板高分別爲多少？
(A) 最佳流速爲 1 cm/s，最佳理論板高爲 2 cm
(B) 最佳流速爲 1 cm/s，最佳理論板高爲 3 cm
(C) 最佳流速爲 2 cm/s，最佳理論板高爲 1 cm
(D) 最佳流速爲 3 cm/s，最佳理論板高爲 1 cm

49. 氣相層析儀中常根據試樣而搭配不同種的偵檢器，有關偵檢器的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 一般有機物常使用火焰游離偵檢器(FID)
(B) 離子化合物常使用電子捕獲偵檢器(ECD)
(C) 導熱偵檢器(TCD)的優點在於對檢測試樣不具破壞性
(D) 光離子化偵檢器(PID)的原理是使用紫外線使試樣游離帶電

50. 色層分析的種類多樣，有關各層析的敘述，下列何者正確？
(A) 分子篩層析法應用於高分子聚合物，較小的分子容易被展開液沖出
(B) 常使用矽膠和二氧化矽作爲管柱層析法的移動相
(C) 濾紙層析法中，固定相的極性大於移動相的極性時，稱爲逆相層析法
(D) 薄層層析法中可使用單一溶劑或混合溶劑作爲移動相

【以下空白】