1. 根據美國儀表協會(ISA)所規定儀表的英文字母代碼，下列代碼與其代表的意義何者正確？
(A) FR：流量記錄器　(B) LIA：液位指示分析器
(C) TCV：溫度閥　(D) PT：壓力溫度計

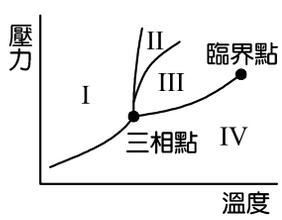
2. 下列液體性質中，何者隨溫度增加而上升？(不考慮 0°C 至 4°C 的純水)
(A) 密度　(B) 黏度
(C) 表面張力　(D) 蒸氣壓

3. 下列何種流量計**無法**測量氣體的流量？
(A) 超音波流量計(supersonic flow meter)　(B) 皮托計(Pitot meter)
(C) 電磁流量計(electromagnetic flow meter)　(D) 浮子流量計(rotameter)

4. 若台電提供的家庭用電爲單相三線式，而家用插座的配線爲一條火線與一條中性線，則該插座提供的有效電壓爲多少 V？
(A) 0　(B) 110　(C) $110\sqrt{2}$　(D) 220

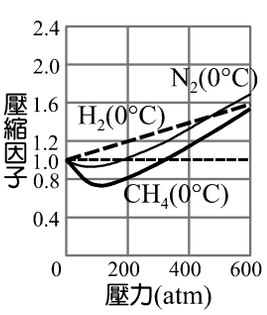
5. 有關氣體的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 眞實氣體分子的運動軌跡爲曲線
(B) 眞實氣體的溫度需小於或等於其臨界溫度才有液化之可能
(C) 理想氣體的凡得瓦常數(a、b)均爲 0
(D) 相較於運輸空氣而言，運輸液態空氣的效率(單位體積分子數量)、安全性均較高

6. 某單成分的相圖如圖(一)所示，根據液晶的性質判斷該圖哪區域屬於液晶相？
(A) I
(B) II
(C) III
(D) IV



圖(一)

7. 圖(二)爲定溫下部分氣體的壓縮因子(compressibility factor)與溫度的關係。在 2.73 L 密閉容器含有 0°C、200 atm 的甲烷氣體，則該容器內甲烷的重量約爲多少 g？(甲烷的分子量爲 16.0，氣體常數 $R = 0.082\ \text{atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
(A) 490
(B) 390
(C) 350
(D) 270

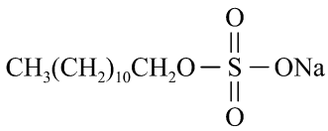


圖(二)

8. 有關晶系的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 立方晶系的各晶軸等長，且各面與鄰近面互相垂直
(B) 單斜晶系的各面角均不相等
(C) 七大晶系中，共有三種晶系的各晶軸均不等長
(D) 七大晶系中，僅有一種晶系的各面角均不相等

9. 有關電解質與其溶液的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 電解質在水中可解離成離子，且所形成的溶液必爲電中性
(B) 電解時，溶液中離子的移動速率愈快，其濃度極化(concentration polarization)現象愈不明顯
(C) 電解質溶液的電阻愈小，其電導率(electrical conductivity，亦稱電導度)必愈大
(D) 電解質溶液導電時必發生氧化還原反應

10. 月桂基硫酸鈉(sodium lauryl sulfate，簡稱 SLS)，其分子結構如圖(三)所示。SLS 具有良好的起泡力、清潔力等，且因成本低，最初主要應用於洗碗精、洗衣精等清潔用品，而目前已廣泛應用於洗面乳、洗面乳、洗髮乳及沐浴乳等肌膚清潔用品。有關 SLS 的敘述，下列何者正確？



圖(三)

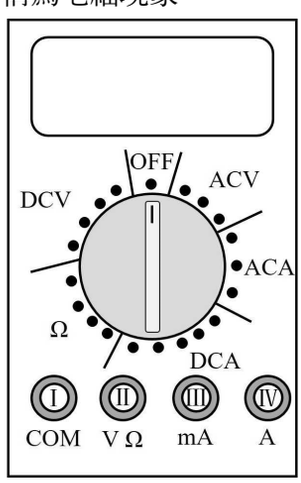
(A) 對肌膚刺激性小，非常適合作爲嬰兒的肌膚清潔用品
(B) 屬於兩性型界面活性劑
(C) 分子式爲 $NaC_{11}H_{23}SO_4$
(D) 在水中會解離，且月桂基硫酸根存在於液－氣界面相較於液體內部穩定

11. 若一反應爲 A→B，其反應速率常數的單位爲濃度除以時間。則在反應開始至終止期間，下列何種物理量與反應時間**無關**？(假設反應過程中系統的溫度保持固定)
(A) 反應物濃度　(B) 反應粒子彼此的碰撞機率
(C) 反應速率　(D) 生成物濃度

12. 有關溫度測量儀器的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 熱電偶溫度計(thermocouple thermometer)中，當兩端接合點的溫度差愈大，其電位差愈小
(B) 填氣式壓力溫度計(pressure thermometer)一般填充氮氣，其原因爲氮氣不易與元件(金屬)產生反應
(C) 玻璃溫度計(glass thermometer)的構造簡單，但跨距小、響應度差
(D) 輻射高溫計(radiation pyrometer)的測溫原理爲史特凡－波子曼輻射定律(Stefan-Boltzmann law of radiation)

13. 有關界面現象的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 由於液體黏度的作用，使液體可在不加外力情況下流向細管狀物體或細縫，稱爲毛細現象
(B) 當兩種不相溶的液體混合並形成均勻的分散系統時，稱爲乳化現象
(C) 當氣體或液體中的分子或離子被吸附於固體表面上時，稱爲吸附現象
(D) 當液體與固體接觸後，液體能在固體表面延展開來，稱爲潤濕現象

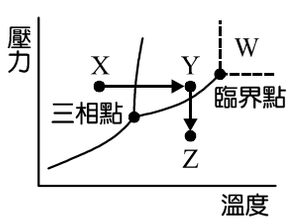
14. 三用電表的外觀示意圖如圖(四)所示(部分功能未在圖中顯示)。若一學生想要使用三用電表測量插座的交流電壓，則他應將兩支測試棒分別插入哪個孔洞及功能範圍選擇開關應轉至哪個英文代碼的區域內，才能正確地測量到數值？



圖(四)

(A) 孔洞 I、孔洞 II；DCV 區域內
(B) 孔洞 I、孔洞 II；ACV 區域內
(C) 孔洞 II、孔洞 IV；Ω 區域內
(D) 孔洞 I、孔洞 III；ACV 區域內

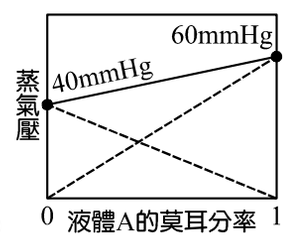
15. 圖(五)爲某純物質的相圖，根據此圖下列敘述何者**錯誤**？



圖(五)

(A) 定壓下，該物質由點 X 至點 Y，此過程需吸收熱量
(B) 定溫下，該物質由點 Y 至點 Z，體積不發生變化
(C) 連接三相點與臨界點的曲線，稱爲汽化曲線，該線的自由度爲 1
(D) 若該物質處在 W 區域，此時爲超臨界流體狀態

16. 圖(六)爲某溫度下 A 與 B 混合溶液之蒸氣壓－組成圖。現今將 30 mL 液體 A 與 20 mL 液體 B 倒入一容器中並密封形成密閉容器，接著升溫至與圖(六)相同溫度，經一段時間後達氣液平衡，則該溶液的蒸氣壓爲多少 mmHg？(已知液體 A、B 的密度分別爲1.2 $g\cdot cm^{-3}$ 、1.5 $g\cdot cm^{-3}$ ；分子量分別爲 18、60)



圖(六)

(A) 44　(B) 48
(C) 52　(D) 56

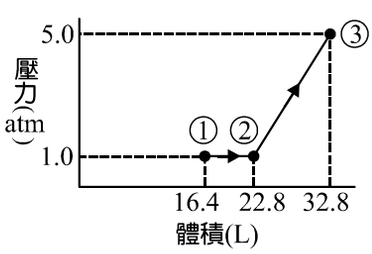
17. 理想氣體經歷下列何種過程，其系統熵值不變？
(A) 經絕熱自由膨脹過程，使氣體的體積增加　(B) 經可逆等溫過程，使氣體的體積減少
(C) 經可逆絕熱過程，使氣體的溫度下降　(D) 經可逆等壓過程，使氣體的溫度上升

18. 有關程序控制的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 傳送器的功用在將感測器所測得訊號放大至控制儀器能接受的訊號並加以傳送
(B) 指示器的功用在顯示程序變數的變化情形
(C) 開關式控制模式屬於不連續性控制
(D) 輸入至控制閥的氣壓愈大，則閥塞開度愈小，該控制閥屬於氣開式

19. 有 3 個電阻並聯所形成的電路，其中各電阻的數值分別爲 24 Ω、12 Ω 及 12 Ω，已知該電路的總電流爲 240 mA，則流經電阻爲 24 Ω 的電流爲多少 mA？
(A) 48　(B) 80
(C) 96　(D) 240

20. 在標準狀態下(1 bar、25°C)以石墨爲電極，電解 1 M 碘化亞錳(MnI_2)水溶液，則下列敘述何者正確？已知相關物質的標準還原電位：
$Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mn_{(s)}$　$E° = -1.18\ V$
$I_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2I^-_{(aq)}$　$E° = +0.54\ V$
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(\ell)}$　$E° = +1.23\ V$
$2H_2O_{(\ell)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$　$E° = -0.83\ V$
(A) 陽極與陰極的產物均爲氣體，且兩者所產生的氣體體積比爲 1：2
(B) 陽極的產物爲氣體，而陰極的產物爲固體
(C) 電解開始後，陽極附近的溶液會逐漸變黃棕色，且可能會有固體析出
(D) 在該狀態下，電解所需的分解電壓(decomposition voltage)爲 1.37 V

21. 2.0 mol 理想氣體氦氣經由兩個可逆步驟從狀態①變成狀態③，如圖(七)所示(圖中未按照比例)，若狀態①與③的溫度分別爲 100 K 與 1000 K，則該系統經由兩步驟的總熱量變化約爲下列何者？(氣體常數 $R = 0.082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} = 1.987\ cal \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$，提示：從圖中可計算可逆過程的功值並利用熱力學第一定律數學式即可求出熱量變化)



圖(七)

(A) 系統由外界吸熱約 6300 cal
(B) 系統向外界放熱約 6300 cal
(C) 系統由外界吸熱約 4500 cal
(D) 系統向外界放熱約 4500 cal

22. 若一反應爲 $A + B + C \rightarrow D$，在 25°C 下，產物 D 的生成初速率與各反應物濃度的數據，如表(一)所示，若該反應的速率定律式可寫成 $R = k[A]^x[B]^y[C]^z$，則 x、y、z 之關係下列何者正確？

表(一)

實驗次數	[A](M)	[B](M)	[C](M)	D 的生成初速率(M/s)
1	1.0	1.0	1.0	0.10
2	1.0	1.0	2.0	0.40
3	4.0	2.0	3.0	7.2
4	2.0	1.0	4.0	3.2

(A) $x + y = 3$　(B) $2x + z = 4$　(C) $y + z = 2$　(D) $x + y + z = 5$

23. 有一學生利用落球法(falling ball method)測量某液體的黏度，他將該液體(密度爲 0.96 $g\cdot cm^{-3}$)倒入 250 mL 的量筒中並使其超過量筒所標示 250 mL 刻線(表示液面在 250 mL 刻線上方)，靜待一段時間等液體中的氣泡完全逸出後，將一顆直徑 1.00 cm、密度爲 7.76 $g\cdot cm^{-3}$ 的鋼球自由落下該量筒中，當鋼球的中心處落至刻度 250 mL 時按下碼錶，並隨後記錄鋼球中心處落至某量筒刻度與抵達該刻度的落下時間，實驗結果如表(二)所示。則該液體的黏度爲多少 P？(已知量筒內的截面積爲 8.00 cm^2 ，且假設量筒的各刻線等距離，提示：從表判斷鋼球落於量筒何處後達力平衡，並藉由量筒的體積、截面積等資訊計算落下高度即可求出終端速度)

表(二)

量筒刻度(mL)	250	200	150	100	50
抵達該刻度的落下時間(s)	0	19.1	35.0	47.5	60.0

(A) 2960　(B) 740　(C) 370　(D) 92.5

▲閱讀下文，回答第 24-25 題

甲醛爲無色的刺激性氣體，對人體有害，已被世界衛生組織公告爲一級的致癌物，然而甲醛在工業上有其重要性，常作爲生產合成樹脂的原料，例如脲甲醛樹脂(urea-formaldehyde resin，UF)、酚醛樹脂(phenol-formaldehyde resin，PF)、三聚氰胺樹脂(Melamine resin，俗稱美耐皿)等，這些材料廣泛應用於塑膠製品、樹酯黏合劑、塗料等。甲醛(HCHO)在工業上的製法爲甲醇(CH_3OH)在高溫下經催化氧化而成，然而在此生產甲醛的條件下，一部分產生的甲醛會與氧反應，導致甲醛的產率下降，以下爲相關反應式：$2CH_3OH+O_2\rightarrow 2HCHO+2H_2O$ 、$2HCHO+O_2\rightarrow 2CO+2H_2O$。假設甲醇輸入反應器的流率爲100 $mol\cdot h^{-1}$，並同時輸入 150%過量空氣(僅以甲醇氧化所需空氣量計算)，而輸出反應器的物料經分析得甲醇爲 20 $mol\cdot h^{-1}$ 、一氧化碳爲10 $mol\cdot h^{-1}$ ，其他未知。

24. 流入反應器內的空氣流率爲多少 $mol\cdot h^{-1}$ ？(假設空氣中氧氣爲 20 mol%，其餘爲氮氣)

(A) 250　(B) 375　(C) 500　(D) 625

25. 甲醛的產率爲多少%？

(A) 50　(B) 60　(C) 70　(D) 80

26. 溶劑萃取法主要根據下列何種原理來將混合物分離？

(A) 溶解度差異　(B) 沸點差異　(C) 吸附力差異　(D) 黏度差異

27. 泵除了在石油工業常見外，在很多領域也會使用，例如食品工業、製藥工業等。現今有一家食品工廠，專門利用玉米來製作糖漿。則該工廠用來輸送糖漿的泵最有可能爲下列何者？

(A) 離心泵(centrifugal pumps)　(B) 隔膜泵(diaphragm pump)
(C) 莫諾泵(mono pump)　(D) 氣升泵(air-lift pump)

28. 家庭用的吸塵器屬於下列何種固體輸送裝置？

(A) 帶式運送機(belt conveyor)　(B) 眞空式氣運機(vacuum-type pneumatic conveyor)
(C) 斗式升降機(bucket elevator)　(D) 壓氣式氣運機(pressure-type pneumatic conveyor)

29. 大豆油是從大豆中提取的植物油脂，含有豐富的多元不飽和脂肪酸，爲目前我國生產植物油的最大宗。大豆油製作方法主要利用溶劑萃取法獲得精製大豆油，其過程大致可分爲大豆原料脫皮、提油(萃取)、脫膠、脫酸、脫色及脫臭等步驟，過程中的脫膠、脫酸、脫色及脫臭之敘述如下，則這四個步驟中何者屬於單元程序？

(A) 脫膠：以離心方式將粗油中的親水性成分(如磷脂質)與大豆油分離
(B) 脫酸：透過加入鹼液去除油中的游離脂肪酸等
(C) 脫色：以吸附劑去除大豆油中的色素(如胡蘿蔔素及葉黃素等)及微量金屬元素等
(D) 脫臭：通入高溫蒸氣，並在眞空下進行水蒸汽蒸餾法，去除油中氣味分子

30. 有關熱傳原理的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 熱輻射不需介質即可傳送熱量
(B) 流體的流動狀況會影響熱對流的傳熱速率
(C) 熱量傳送的主要驅動力爲溫度差
(D) 一般而言，液體的熱傳導速率大於固體

31. 有關混合的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 黏稠性物料彼此混合時，所消耗的動力大
(B) 摻合時，兩固體的粒徑、比重相異愈大，其混合的均勻程度愈差
(C) 若難溶於水的固體粒子表面具多孔性且孔洞充滿空氣分子，該固體混合於水中時易被潤濕形成均勻的糊狀液
(D) 各種物料混合時的混合順序有可能影響混合的均勻程度

32. 有一長方體爐壁，其爐壁厚爲 2.0 m、導熱係數(thermal conductivity)爲 $1.0\ W\cdot m^{-1}\cdot K^{-1}$。若爐壁兩端的溫度分別保持在 900°C、20°C，則在恆穩狀態下，每單位面積的熱損失爲多少 $W\cdot m^{-2}$？
(A) 440　(B) 650　(C) 880　(D) 1600

33. 有關精餾塔的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 精餾塔一般以層板塔(plate column)爲主，其中泡罩板(bubble cap plate)的板效率比篩板佳
(B) 連續式精餾塔操作時，在進料板上方部份稱爲精餾段(rectifying section)，而下方部份稱爲汽提段(stripping section)
(C) 回流比增大時，精餾塔的操作費隨之增加
(D) 蒸餾塔恆穩操作時，第一板的溫度、壓力均高於其他板

34. 有關熱交換器的敘述，下列何者正確？
(A) 定頭式殼管熱交換器適合應用於高溫流體或冷熱流體產生較大溫度差的熱交換操作
(B) 一般而言，雙套管熱交換器的傳熱速率比殼管熱交換器大
(C) 板式熱交換器具有高的總傳熱係數(overall coefficient of heat transfer)，且可在高溫、高壓下進行熱交換操作
(D) 鰭管熱交換器的鰭片數量增加，除提高傳熱面積外，也能增加熱傳送係數(heat transfer coefficient)

35. 有關蒸發裝置的敘述，下列何者正確？
(A) 逆流冷凝器的冷卻水、冷凝水及未凝結氣體從同一出口排出
(B) 霧沫分離器一般安裝於加熱用蒸氣的出口處
(C) 一般管式蒸發器，其加熱器的構造類似於殼管熱交換器
(D) 長管式蒸發器內由於有泵浦的抽送下，可使溶液在管內流動一趟即完成蒸發操作

36. 2011 年臺南市某游泳池員工在清洗泳池地板時，誤將漂白水(含次氯酸鈉)混入稀釋的鹽酸中，而產生刺鼻難聞、對身體有害的氯氣，雖然現場泳客緊急被撤離，但仍有約二十人感到頭暈、嘔吐送醫，所幸經急救治療後均無大礙。當氯氣外洩且人員已疏散後，消防人員一般會以高壓水槍朝氯氣外洩的空中噴灑含弱鹼性物質的水霧以降低危害。則該處理方式屬於下列何種單元操作？
(A) 吸收　(B) 吸附　(C) 萃取　(D) 乾燥

37. 有關粒徑分析的敘述，下列何者正確？
(A) 粒徑分析僅能分析粒子大小，無法得知所佔比例
(B) 泰勒標準篩的篩號愈大，其孔徑愈小
(C) 顯微鏡分析法僅能觀測粒子形狀，無法得知大小
(D) 當粒子愈大顆，在水中的沉降速率愈慢

38. 利用雙套管熱交換器將 90°C 熱油經冷卻水冷卻至 50°C 流出，若採逆流操作，且冷卻水流入、流出熱交換器的溫度分別爲 20°C、40°C，則該熱交換器的對數平均溫差爲多少°C？(假設 $\ln 3 = 1.1$ 、 $\ln 5 = 1.6$ 、 $\ln 7 = 1.9$)
(A) 30　(B) 31　(C) 40　(D) 70

39. 一未飽和濕空氣，其乾球溫度 T_1 、濕球溫度 T_2 及露點 T_3 的比較，下列何者正確？
(A) $T_1 > T_2 > T_3$　(B) $T_2 > T_1 > T_3$　(C) $T_3 > T_2 > T_1$　(D) $T_1 = T_2 = T_3$

40. 有關固－氣分離裝置的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 旋風分離器(cyclone separator)的設備費低，常作爲初級分離設備
(B) 濕式洗滌器(wet scrubber)可同時去除空氣中的微小塵粒及可溶性廢氣
(C) 袋濾器(bag filter)藉由離心力的作用而達到分離效果
(D) 靜電集塵器(electrostatic precipitator)可移除達 0.1 μm 的塵粒

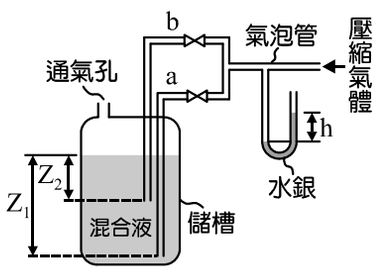
41. 有關管式反應器的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 屬於連續式操作
(B) 設備費與維護費比起槽式反應器較低
(C) 適合反應速率快的氣相反應
(D) 可對物料加熱、冷卻，且控溫良好

42. 有一不可壓縮流體的比重與黏度分別爲 0.80 與 0.87 P，流經管長爲 5.0 m、標稱管徑(nominal diameter)爲 1 吋、規號(gauge number)爲 16 號的擠製銅管(以 ANSI 規範)。若該流體在管內平均流速爲 $30\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ ，則其雷諾數爲多少？(已知規號 16 號的管厚度爲 0.065 in，假設 $1\ \mathrm{in} = 2.5\ \mathrm{cm}$)
(A) 6000　(B) 6500　(C) 6900　(D) 7500

43. 在密閉容器內，將 50 mol 理想溶液(其中 A 的莫耳分率爲 0.40，其餘爲 B)加熱至某溫度 T 下並達到氣液平衡，若此時蒸氣中 B 的莫耳分率爲 0.40，則液相中 A 的莫耳數爲多少 mol？(已知該溫度 T 下，A 對 B 的相對揮發度爲 3.5)
(A) 5.0　(B) 10　(C) 17　(D) 33

44. 某不可壓縮流體以體積流率爲 $\dot{V}_1$ 流經一圓管，其流動所造成單位管長的壓力損失爲 $-\Delta P_1/L$ ，若相同的流體以體積流率爲 $2\dot{V}_1$ 流經相同的圓管，而流動所造成單位管長的壓力損失爲 $-\Delta P_2/L$ ，假設兩者流體的流動方式均爲層流且溫度相同，則 $\dfrac{-\Delta P_2/L}{-\Delta P_1/L}$ 爲下列何者？
(A) $\dfrac{1}{4}$　(B) $\dfrac{1}{2}$　(C) 2　(D) 4

45. 有一空氣泡液位計(air bubble type level gauge)用來測量儲槽內混合液的液位高度，其示意圖如圖(八)所示，其中氣泡管內的壓縮氣體之壓力可利用 U 管壓力計來測量。操作時當混合液表面觀察到有氣泡冒出，此時壓縮氣體的壓力可推算儲槽內混合液的液面高度。由於混合液的密度未知，可藉由壓縮氣體分別輸送氣泡管 a、b 的壓力計讀值來確定。若 Z_1 與 Z_2 的差值爲 2.0 m，壓縮氣體由 a 管輸送時，其混合液表面冒出氣泡之 U 管壓力計讀值 h_a 爲 0.25 m；而由 b 管輸送時，讀值 h_b 爲 0.15 m，則混合液的液位高度(即 Z_1)爲多少 m？(水銀的密度爲 $13600\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ ，假設壓縮氣體在氣泡管內流動所造成的損失忽略不計，提示：氣泡管 a、b 的液柱壓力差值可求出混合液的密度，再由其值求得 Z_1)

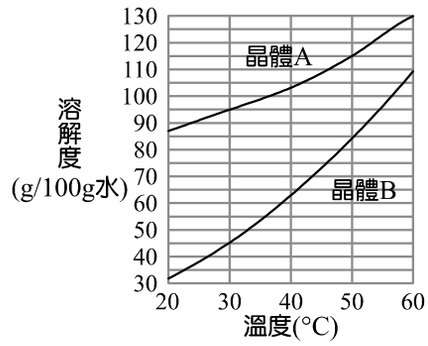


圖(八)

(A) 6.5　(B) 5.0　(C) 4.0　(D) 2.5

▲閱讀下文，回答第 46-47 題

圖(九)爲晶體 A、晶體 B 兩種鹽類在水中溶解度圖。現今在 50°C 下分別以 100 g 純水配製晶體 A 與晶體 B 的飽和溶液。



圖(九)

46. 若將溫度由 50°C 降溫至 30°C，下列敘述何者正確？(假設晶體析出時無結晶水產生)
(A) 晶體 A 析出約 40 g
(B) 晶體 B 析出約 25 g
(C) 晶體 A 析出量比晶體 B 還多
(D) 晶體 A、B 共析出約 60 g

47. 以工業上的角度判斷，晶體 A、晶體 B 各自的最佳結晶方法依序爲下列何者？
(A) 眞空法(絕熱蒸發法)、冷卻法
(B) 蒸發法、眞空法(絕熱蒸發法)
(C) 冷卻法、蒸發法
(D) 冷卻法、冷卻法

▲閱讀下文，回答第 48-50 題

有一乾燥器是通入熱空氣使濕物料懸浮於氣體中，並進行傳熱從而達到快速乾燥之效果。現今輸入乾燥器內濕物料的流率爲1000 $kg \cdot h^{-1}$，其中水分的重量百分率爲 40.0%(濕基準)，若濕物料輸出乾燥器時已充分乾燥，而去除的水分爲350 $kg \cdot h^{-1}$，且該水分完全由熱空氣帶走並輸出乾燥器。而乾燥用的空氣，初溫度爲 25°C、百分濕度爲 50%、絕對濕度爲0.0100 kg水·$(kg乾空氣)^{-1}$，經預熱器加熱至 110°C 後輸入乾燥器內，而輸出乾燥器時的溫度爲 48°C、百分濕度爲 80%、絕對濕度爲0.0600 kg水·$(kg乾空氣)^{-1}$。(假設乾燥程序達恆穩狀態，且無熱損失)

48. 該乾燥器的加熱方式最有可能屬於下列何者？
(A) 熱傳導乾燥法
(B) 熱對流乾燥法
(C) 冷凍眞空乾燥法
(D) 紅外線輻射乾燥法

49. 物料經乾燥後的平衡含水率(乾基準)爲多少 kg水·$(kg乾物料)^{-1}$？
(A) 0.0500　(B) 0.0632　(C) 0.0767　(D) 0.0833

50. 輸入乾燥器的空氣流量爲多少 $kg \cdot h^{-1}$？
(A) 6930　(B) 7000　(C) 7070　(D) 7420

【以下空白】