1. 有一蒸餾塔每小時需分離 2000 kg 苯與甲苯混合物(含苯之質量分率爲 0.4)，塔頂產品含苯質量分率爲 0.9，塔底產品含甲苯之質量分率爲 0.9；若塔頂進入冷凝器之蒸氣流率爲 3000 kg/hr，則回流比爲何？
(A) 1.5　(B) 2.0
(C) 3.0　(D) 4.0

2. 以鋁還原錳的氧化物可得錳，其反應如下，小羽將 870 g 的二氧化錳與 540 g 的鋁反應後得 330 g 的金屬錳，下列何者正確？(式量： $MnO_2 = 87$ ，原子量：$Al = 27$，$Mn = 55$)

$$3MnO_2 + 4Al \rightarrow 3Mn + 2Al_2O_3$$

(A) MnO_2 爲過量反應物
(B) 過量反應物的過量百分率爲 60%
(C) MnO_2 的轉化率爲 60%
(D) Mn 的產率爲 50%

3. 眞實氣體在下列何種情況下的行爲表現比較接近於理想氣體？
(A) 高溫、高壓　(B) 低溫、低壓
(C) 極性分子、分子量大　(D) 非極性分子、分子量小

4. 凡得瓦方程式(van der Waals equation)爲一重要的眞實氣體方程式，是依據理想氣體方程式修正而得，下列敘述何者正確？

$$(P + \frac{n^2a}{V^2})(V - nb) = nRT$$

(A) 凡得瓦方程式是針對分子本身所佔體積與分子間的吸引力加以修正
(B) a 值越大，表示分子本身所佔體積越大
(C) b 值越大，表示分子間的吸引力越小
(D) a 值與 b 值均爲無因次群

5. 某非極性液體遵循特如吞定則(Trouton's rule)，若其正常沸點爲 127°C 時，則其莫耳汽化熱約爲多少 cal/mol？
(A) 4000　(B) 6000
(C) 8000　(D) 10000

6. 常溫下，下列何者會使水的表面張力增加？
(A) 加入肥皂　(B) 加入食鹽
(C) 加熱　(D) 加入乙醇

7. 在某溫度下，A、B 兩液體的密度及表面張力如表(一)所示，若假設液體與毛細管的接觸角均爲零度，則在該溫度下兩種液體在同一支毛細管中的液柱上升的高度比(A：B)爲若干？

表(一)

	密度(g/cm^3)	表面張力(dyne/cm)
A	0.6	30
B	0.5	50

(A) 1：1　(B) 1：2　(C) 2：1　(D) 3：2

8. 某金屬晶體以面心立方來排列，有關面心立方格子之敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 配位數爲 12　(B) 單位晶格中含有 4 個原子
(C) 晶格的邊長(a)是原子半徑(r)的 $\frac{\sqrt{2}}{4}$ 倍　(D) 裝填分率(packing fraction)約爲 74%

9. 某金屬晶體單位晶格的晶軸長度關係爲 $a \neq b \neq c$ ，面角大小爲 $\alpha = \beta = \gamma = 90°$ ，若其單位晶格內含有 2 個原子，該晶體屬於何種晶系？
(A) 面心四方晶系　(B) 面心斜方晶系
(C) 體心四方晶系　(D) 體心斜方晶系

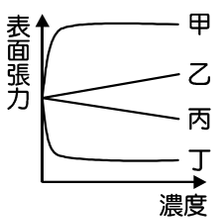
10. 表(二)爲 25°C 下一些液體與固體的表面能(erg/cm^2)，就這三種液體與這三種固體表面潤濕性的敘述，下列何者正確？

表(二)

液體		固體	
A	20	甲	22
B	72	乙	300
C	385	丙	1650

(A) 甲固體最難被潤濕
(B) A 液體最難潤濕固體
(C) B 液體易潤濕甲固體，但難潤濕乙固體
(D) 乙固體易被 C 液體潤濕，但難被 A 液體潤濕

11. 圖(一)爲將四種溶質(甲、乙、丙、丁)分散在水中時水的表面張力的變化，對水而言何者可稱爲界面活性劑(surfactant)？
(A) 甲與乙　(B) 丙與丁
(C) 僅有甲　(D) 僅有丁



圖(一)

12. 有關吸附現象的敘述，下列何者正確？
(A) 吸附現象只發生於氣-固界面
(B) 不論物理吸附或化學吸附量其吸附量均隨溫度升高而降低
(C) 依據朗謬(Langmuir)等溫吸附方程式，當氣體壓力很大時，吸附量會趨近於無限大
(D) 朗謬(Langmuir)等溫吸附方程式適用於物理吸附及較高溫時的化學吸附

13. 有關相與相平衡的敘述，下列何者正確？
(A) 兩相達平衡時兩相的溫度與壓力皆相同
(B) 同一個相具有相同的化學組成，但其與物理性質可能不同
(C) 25°C 下兩液體完全互溶，而與其蒸氣達平衡時，自由度爲 0
(D) 平衡系的相數越多、成分數越少，其自由度越大

14. 有關水的性質與水的相圖(P-T 圖)，下列敘述何者正確？
(A) 冰的熔點與水的沸點均隨壓力增加而增加
(B) 水具有多個固-液-氣三相點(triple point)
(C) 當水處於臨界點(critical point))時自由度爲 1
(D) 當水處於超臨界流體狀態時自由度爲 2

15. 有關物理吸附與化學吸附之比較，下列何者正確？
①物理吸附必爲單層吸附，化學吸附必爲單層吸附
②物理吸附可逆性高，化學吸附可逆性低
③物理吸附選擇性低，化學吸附選擇性高
④物理吸附爲吸熱反應，化學吸附爲放熱反應
(A) ①③　(B) ②③　(C) ①④　(D) ②④

16. 有關電化學原理的敘述，下列何者正確？
(A) pH 計中一般以標準氫電極爲參考電極
(B) 電解質溶液中陰、陽離子的數目一定相等，因此溶液一定保持電中性
(C) 電池充電時的操作是電能變爲化學能
(D) 鹽橋可有效消除電池的濃度極化現象

17. 已知 $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn \quad E° = -0.76\ V$
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag \quad E° = 0.80\ V$
求 25°C 時電池 $Zn\,|\,Zn^{2+}(0.1\,M)\,||\,Ag^+(0.1\,M)\,|\,Ag$ 之電動勢(ΔE)爲若干 V？
(A) 1.53　(B) 1.56
(C) 1.59　(D) 1.62

18. 在鋅-銀電池中進行相關操作，下列敘述何者正確？
(A) 陽極溶液中加水，電動勢增加
(B) 陰極溶液中加水，電動勢增加
(C) 陽極溶液中加入 H_2S，電動勢降低
(D) 溫度升高電動勢增加

19. 濃度爲 0.02 M 的 KCl，其電導率 $\kappa = 0.002\ S/cm$，注入一電導池中，測得電阻爲 100 ohm，則該電導池之電池常數爲若干 cm^{-1}？
(A) 0.01　(B) 0.02
(C) 0.10　(D) 0.20

20. 有關鐵的腐蝕與防蝕的敘述，下列何者正確？
①鐵在與水接觸的界面進行氧化反應：$Fe_{(s)} \rightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^-$
② O_2 在水滴的邊緣進行還原反應：$O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \rightarrow 4OH^-_{(aq)}$
③將鋅塊接於鐵上當犧牲陽極，可防止鐵的生鏽
④要當犧牲陽極的金屬其氧化電位要比鐵小
(A) ①③　(B) ①④　(C) ②③　(D) ②④

21. 有關熱力學性質的敘述，下列何者正確？
①內能、焓與熵均爲狀態函數
②質量與體積均爲外延性質(extensive property)，$\frac{\text{質量}}{\text{體積}}$ 亦爲外延性質
③密閉系統(closed system)及孤立系統(isolated system)與外界不交換質量
④自然過程系統熵變化大於零
(A) ①②　(B) ①③　(C) ②④　(D) ③④

▲閱讀下文，回答第 22-23 題
使 1 mol 氮氣(N_2，假設爲理想氣體)在初態(27°C，10 L)循下列三個過程來膨脹：
①可逆恆溫膨脹至 20 L
②先可逆恆壓加熱至 20 L，再恆容冷卻至 27°C
③先恆容冷卻至壓力減半，再可逆恆壓加熱 20 L

22. 比較上述三個過程系統對外界所作功($-W$)的大小，下列何者正確？($\ln 2 = 0.693$)
(A) ① > ② > ③　(B) ② > ① > ③
(C) ① > ② = ③　(D) ① = ② > ③

23. 比較上述三個過程系統內能變化(ΔU)的大小，下列何者正確？
(A) ① > ② > ③　(B) ② > ① > ③
(C) ① > ② = ③　(D) ① = ② = ③

24. 假設 He 爲理想氣體，分別在定壓下與定容下將 1 mol He 由 0°C 加熱至 100°C，下列敘述何者正確？
①內能變化(ΔU)相同　②焓變化(ΔH)相同　③所需熱量(q)相同　④該氣體對外界所作的功相同
(A) ①②　(B) ①③　(C) ②④　(D) ③④

25. 在 27°C、1 atm 下，某圓筒內裝有理想氣體 10 L，若該圓筒裝在一臺纜車上沿著穩定平緩的坡上緩慢爬升，圓筒上的活塞無重量、無摩擦，且能自由滑動，當纜車爬升至大氣壓力爲 0.5 atm 的山上時，該氣體共對大氣作功約若干 cal？(假設爬升過程溫度不變，$\ln 2 = 0.693$)
(A) 121　(B) 168
(C) 182　(D) 242

26. 有關單元操作(unit operation)與單元程序(unit process)的敘述，下列何者正確？
(A) 蒸發與蒸餾均爲單元操作　(B) 離子交換與熱交換均爲單元程序
(C) 乾燥與脫水均爲單元操作　(D) 流體化與苛性化均爲單元程序

▲閱讀下文，回答第 27-28 題
傅立葉傳導定律(Fourier's law of conduction)描述熱流率(q_x)與壁面的面積(A)及兩壁面的溫度差($-\Delta T$)成正比，但與壁厚(Δx)成反比。($q_x = -kA\frac{\Delta T}{\Delta x}$)

27. 若以 M、L、T 和 θ 分別表示質量、長度、時間和溫度，根據因次的齊一性，傅立葉傳導定律中導熱係數(k)的因次爲何？
(A) $MLT^{-1}\theta^{-3}$　(B) $ML^2T^{-3}\theta^{-1}$
(C) $ML^2T^{-1}\theta^{-3}$　(D) $MLT^{-3}\theta^{-1}$

28. 在常溫下，下列物質的導熱係數(k)從大至小排列的順序，何者正確？
①銅　②石墨　③耐火磚　④空氣　⑤水
(A) ②①④⑤③　(B) ①②③⑤④
(C) ②①③⑤④　(D) ①②⑤④③

29. 有一大型開口貯水槽，高度 25 m，水位裝滿，阿鴻在距離槽底 5 m 處鑽一個直徑 1 cm 的小孔用於取水，小祐則在距離槽頂 5 m 處鑽一個直徑 2 cm 的小孔取水，若不考慮摩擦損失，且槽中水位高度保持不變，兩人分別要將 1 個 20 L 的塑膠桶裝滿水，阿鴻和小祐所需的時間比若干？
(A) 2：1　(B) 1：1
(C) 1：2　(D) 1：4

30. 有甲、乙兩開口貯液槽底部均裝有一壓力錶，已知甲貯液槽直徑爲乙貯液槽的 2 倍，甲貯液槽所貯存液體密度與高度也均爲乙貯液槽的 2 倍，則甲貯液槽壓力錶上顯示的錶壓力爲乙貯液槽的幾倍？
(A) 1　(B) 2
(C) 4　(D) 8

31. 不可壓縮牛頓流體在圓管中穩定流動，當管內徑縮爲原來一半時雷諾數變爲原來多少倍？
(A) $\frac{1}{2}$　(B) $\frac{1}{4}$
(C) 2　(D) 4

32. 小星星利用一 40 馬力的泵(泵效率爲 75%)將一開口地下貯水槽的水(比重爲 1)以 $0.075\ m^3/s$ 的流率輸送至 18 m 高的一蓄水池，貯水槽水面距離地面 2 m，管內徑 100 mm，則管路總摩擦損失約爲若干 J/kg？(假設圓周率 $\pi = 3$，重力加速度 $g = 10\ m/s^2$，1 馬力 $= 750\ J/s$)

(A) 50　(B) 100

(C) 150　(D) 200

33. 有關管子之接合方式，下列敘述何者正確？

(A) 焊接接合密合性最好，但安全性差

(B) 凸緣接合常用小管子的接合

(C) 插承接合適用於管徑大、材質脆之管子

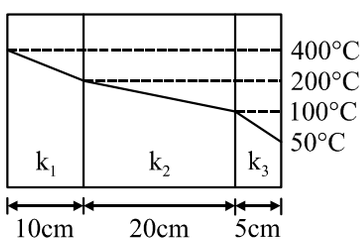
(D) 高溫、高壓或危害性流體的輸送，應盡量使用螺紋接合

34. 舒怡使用差壓式流量計測量液體流量，當液體體積流率變爲原來 2 倍時，U 形管差壓計讀數變爲原來幾倍？

(A) $\frac{1}{\sqrt{2}}$　(B) $\sqrt{2}$

(C) 2　(D) 4

35. 圖(二)爲三層串聯且傳熱面積相同的傳熱介質，當熱傳達穩定狀態時的溫度變化圖(圖形未照比例繪製)，三層介質之導熱係數 k_1、k_2、k_3 的比值爲何？



圖(二)

(A) 1：2：4

(B) 1：4：2

(C) 2：1：4

(D) 4：1：2

36. 有關熱交換器的敘述，下列何者正確？

(A) U 管式殼管熱交換器不適用於殼側容易積垢的流體

(B) 雙套管熱交換器採逆流操作時具有較大總熱傳係數

(C) 板式熱交換器傳熱面積小不適用於需快速加熱或冷卻之情況

(D) 殼管式熱交換器中，管子採三角形排列時總熱傳係數較大

37. 有一雙套管熱交換器，每分鐘需將 10 仟克的水(比熱 $4\ kJ/kg\cdot°C$)自 30°C 加熱至 60°C，外管通入 105°C 的水蒸汽(凝結熱 $\lambda = 2100\ kJ/kg$)，凝結水溫保持 105°C，每小時凝結水流量爲 40 kg/h，該雙套管熱交換器每小時的熱損失爲若干 kJ？

(A) 4.8×10^4　(B) 3.6×10^4

(C) 2.4×10^4　(D) 1.2×10^4

38. 三效蒸發器採逆向進料時，下列敘述何者正確？(1、2、3 表示效數)

(A) 器內壓力 $P_1 < P_2 < P_3$　(B) 器內溶液溫度 $T_1 < T_2 < T_3$

(C) 器內溶液濃度 $C_1 > C_2 > C_3$　(D) 各效間無需使用輸送泵

39. 某蒸發器的經濟效益(economy)爲 0.75，若蒸發器每小時消耗 800 kg 水蒸汽，則該蒸發器每小時可將 1000 公斤之 20% NaOH 水溶液濃縮至若干%？

(A) 50　(B) 60

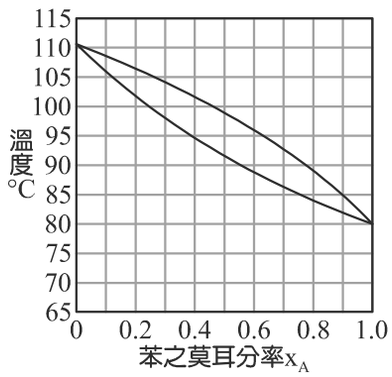
(C) 70　(D) 80

40. 在結晶操作中獲得大顆粒結晶可提高結晶產品的純度，依照邁耶理論(Miers theorem)，下列操作何者有利於獲得大顆粒的結晶產品？
(A) 急速加熱　(B) 緩慢冷卻
(C) 快速蒸除溶劑　(D) 加入大量晶種

41. 有關導管擋板式眞空結晶器(draft-tube baffle vacuum crystallizer)的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 結晶過程溶液會一邊蒸發，同時溫度降低，以產生更多晶體
(B) 導管(draft tube)可引導溶液往上流動，延長結晶時間
(C) 擋板(baffle)可分離出細小顆粒晶體，使其回流讓溶液維持在穩定區，有利於控制晶粒的大小
(D) 淘析腳(elutriation leg)的底部有溶液逆流而上，控制其流速，可讓小晶體成長，得到粗大晶體

▲閱讀下文，回答第 42-43 題

溫度組成圖可用於解釋蒸餾的原理，圖(三)爲 1 atm 下苯-甲苯的溫度-組成圖，今有含苯之莫耳分率＝0.50 的溶液 480 mol 於 1 atm 下在密閉但體積可變的容器中被加熱。



圖(三)

42. 下列敘述何者正確？
①加熱至約 92°C 溶液開始沸騰，最初產生的蒸汽組成(y_A)約爲 0.73
②汽化過程溶液的沸點保持不變
③該溶液加熱過程不產生共沸現象
④最後汽化的液體中含苯的莫耳分率約爲 0.40
(A) ①③　(B) ②④　(C) ①④　(D) ②③

43. 在 1 atm 下將含苯之莫耳分率＝0.5 的溶液 480 mol 加熱至 95°C 達液-氣平衡，約有若干 mol 苯汽化？(選出最接近的答案)
(A) 80　(B) 120
(C) 130　(D) 195

44. 有關 A 與 B 形成負偏差溶液的敘述，下列何者正確？
(A) 溶液之蒸氣壓大於拉午耳定律之蒸氣壓計算值
(B) 混合後 A-B 間吸引力小於 A-A、B-B 分子間吸引力的平均值
(C) 溶液一定具有最高共沸點
(D) A 與 B 混合時會放熱

45. 亨利定律 $P_A = H_A \cdot x_A$，式中 P_A 爲氣相中 A 氣體的分壓(atm)，x_A 爲溶液中 A 的莫耳分率，下列敘述何者**錯誤**？
(A) 亨利常數(H_A)的單位爲 atm　(B) 氣體壓力(P_A)越大，亨利常數(H_A)越大
(C) 溫度越高，亨利常數(H_A)越大　(D) NH_3 對水的亨利常數(H_A)比 N_2 小

46. 有關填充吸收塔之操作，下列敘述何者正確？
①塔中開始有液體在填料間累積的現象，稱爲氾溢現象
②液體操作速度通常採用氾溢速度之 50%至 75%
③液體流量越大，氾溢速度越小
④液體流量越大，越不易產生溝流現象
⑤通常氾溢速度＜負載速度
(A) ①②　(B) ①③　(C) ③④　(D) ③⑤

47. 有關工業上常用吸附劑的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 矽膠化學通式爲 $SiO_2 \cdot nH_2O$ ，常用於氣體的除濕乾燥，也用於烴類的分離
(B) 活性氧化鋁表面具強極性，具有很高的親水性，常用於氣體的高度乾燥
(C) 沸石常用做分子篩(molecular sieve)，廣用於氣體成分的分離，也常用作乾燥劑
(D) 活性碳表面具高極性，常用於脫除水中有機物、空氣的脫臭及脫毒等

48. 有關萃取操作之敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 若分配係數爲溶質在萃餘相與萃取相中平衡濃度的比值，則分配係數越大，越節省溶劑
(B) 萃取是利用溶解度差異來進行物質的分離
(C) CO_2 是最常見的超臨界流體萃取之萃取劑
(D) 用熱水泡茶葉是屬於萃取操作

49. 室溫下 10 L 的水溶液中含有某溶質，若以 10 L 乙醚萃取一次，發現萃取率爲 40%，今若將該乙醚分兩次來萃取(每次用 5 L)，萃餘率約爲若干%？
(A) 56　(B) 60
(C) 75　(D) 80

50. 有關液-液萃取裝置的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 噴霧萃取塔、填充萃取塔及篩板萃取塔均屬於非攪拌式萃取塔
(B) 噴霧萃取塔的設備費用低廉，且萃取效率高
(C) 填充塔的萃取效率高於噴霧塔，且具有耐蝕性的優點
(D) 篩板塔的萃取效率與填充塔相近，但具有比填充塔處理量較大及較不會堵塞的優點

【以下空白】