

第一部分：基礎化工

1. 將 100 kg 的無水 Na_2SO_4 晶體與 200 kg 水混合並加熱溶解，隨後將其送入一冷卻結晶器中降溫，可析出 100 kg $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的晶體，請問在恆穩狀態下，殘餘飽和溶液中 Na_2SO_4 的重量百分率濃度(wt%) 為約多少%？(分子量： $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 142$ ， $\text{H}_2\text{O} = 18$)

- (A) 24 (B) 28 (C) 32 (D) 36

2. 若有一化學反應器製程的反應式為 $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow 3\text{C} + 4\text{D}$ ，已知反應物 B 轉化率為 25%，若想要得到 100 mol/h 之產物 D，則需輸入多少 mol/h 之反應物 B？

- (A) 50 (B) 100 (C) 150 (D) 200

▲閱讀下文，回答第 3-5 題

取 28 kg 的乙烯(C_2H_4)與 20 kmol 的空氣(已知其中的 O_2 含 20% 莫耳百分率)混合燃燒，可得 17.6 kg 的 CO_2 與 2.8 kg 的 CO 。(分子量： $\text{C}_2\text{H}_4 = 28$ ， $\text{CO}_2 = 44$ ， $\text{CO} = 28$)

3. 試求 C_2H_4 的轉化率為多少%？

- (A) 25 (B) 40 (C) 50 (D) 60

4. 試求 CO_2 相對於 CO 的選擇性為多少 kmol CO_2 /kmol CO ？

- (A) 0.2 (B) 0.8 (C) 4 (D) 6.3

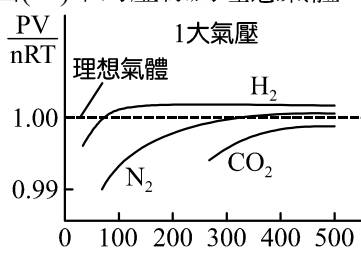
5. 試求過量空氣百分比為多少%？

- (A) 33 (B) 40 (C) 50 (D) 60

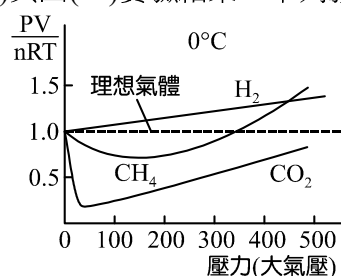
6. 定壓下，定量的理想氣體，其 27°C 時體積相當於下列何者？

- (A) 其 0°C 時的體積再增加 $\frac{1}{273}$ 倍 (B) 其 10°C 時的體積再增加 $\frac{17}{273}$ 倍
(C) 其 20°C 時的體積再增加 $\frac{7}{300}$ 倍 (D) 其 26°C 時的體積再增加 $\frac{1}{299}$ 倍

7. 在壓力(P)為 1 大氣壓下，分別測量 1 mol 氫氣、氮氣、二氧化碳三種氣體的體積(V)和溫度(T)，將其結果作成 $\frac{PV}{nRT}$ 與溫度(K)的關係圖，如圖(一)所示，其中 n 為莫耳數。在溫度 0°C 下，分別測量 1 mol 氫氣、甲烷、二氧化碳三種氣體的體積和壓力，將其結果作成 $\frac{PV}{nRT}$ 與壓力(大氣壓)的關係圖，如圖(二)所示；另外，圖(一)與圖(二)中的虛線為理想氣體。根據圖(一)與圖(二)實驗結果，下列敘述何者正確？



圖(一)



圖(二)

- (A) 根據圖(一)的實驗結果：溫度升高，氣體分子間引力增加，因此真實氣體的行為較接近理想氣體
(B) 根據圖(二)的實驗結果：壓力趨近於 0 大氣壓，所有氣體的行為都相當接近理想氣體
(C) 根據圖(二)的實驗結果：壓力愈低，氣體分子間距離較遠，因此其分子本身體積可以忽略，真實氣體行為愈偏離理想氣體
(D) 圖(二)的縱軸 $\frac{PV}{nRT}$ 即為凡得瓦常數(a)，其中 a 值愈接近 1，表示真實氣體的行為愈接近理想氣體

8. 在 27°C ， 100 atm 下， 10 mol 甲烷在此狀態下的體積為 1640 mL ，試問有關此甲烷氣體的敘述，下列何者正確？
- (A) 在此狀態下，甲烷氣體的壓縮因子大於 1
 (B) 在此狀態下，甲烷氣體相較於理想氣體難壓縮
 (C) 在此狀態下，甲烷氣體相較於理想氣體容易壓縮
 (D) 在此狀態下，甲烷氣體的行為相當於理想氣體
9. 在密閉容器內存有液態苯，且在固定溫度下與其蒸氣達平衡。在該溫下當密閉容器之體積改變為原來的一半時，試問再次達平衡後，苯的飽和蒸氣壓會如何變化？
- (A) 原始飽和蒸氣壓的一半
 (B) 原始飽和蒸氣壓的兩倍
 (C) 原始飽和蒸氣壓的四倍
 (D) 與原始飽和蒸氣壓相同
10. 已知水的正常沸點為 373 K ，其在正常沸點之莫耳汽化熱為 9710 cal/mol ，而臨界溫度為 647 K ，試分別依「特如吞定則(Trouton's rule)」和「沸點定則」所計算而得水的正常沸點，選擇一合適的敘述：
- (A) 特如吞定則所計算出水的正常沸點較接近實際值
 (B) 沸點定則所計算出水的正常沸點較接近實際值
 (C) 特如吞定則和沸點定則所計算出水的正常沸點皆接近實際值
 (D) 特如吞定則和沸點定則所計算出水的正常沸點皆與實際值有明顯的誤差
11. 在 20°C 時，使用同一個奧士華黏度計(Ostwald viscometer)量測水與某液體(已知密度為 1.5 g/cm^3)流經毛細管部分需要的時間分別為 60 秒 與 80 秒 ，已知在 20°C 時水的密度為 1.0 g/cm^3 ，黏度為 1.0 厘泊(cP) ，請問在 20°C 時此液體的黏度約為多少 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ？
- (A) 0.0020 (B) 0.0025
 (C) 2.0 (D) 2.5
12. 在室溫下以拉環法測定某一液體之表面張力，若白金圓環之半徑為 2.0 cm ，而欲使圓環恢復其原來之水平位置需 0.628 g 之物重。試計算在室溫下該液體之表面張力約為多少 mN/m ？
- (A) 12 (B) 24 (C) 37 (D) 49
13. 構成單位晶格的三邊長稱為晶軸，以 a 、 b 、 c 表示，各晶軸間的夾角稱為面角，以 α 、 β 、 γ 表示，單位晶格依晶軸與面角的不同可分成七大結晶系，試問下列哪一種晶系不具有 $\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$ 的性質？
- (A) 立方晶系
 (B) 四方晶系
 (C) 六方晶系
 (D) 斜方晶系
14. 已知銀晶體為面心立方堆積，其單位晶格邊長為 400 pm ，試計算銀的原子半徑約為多少 \AA ？(已知 $\sqrt{2} = 1.414$ ， $\sqrt{3} = 1.732$)
- (A) 1.00 (B) 1.41 (C) 1.73 (D) 2.00
15. 若有一密度為 0.900 g/cm^3 的金屬晶體，經 XRD 得知其屬於體心立方晶系。若其單位晶格的體積為 $1.44 \times 10^{-22}\text{ cm}^3$ ，請問該金屬元素的原子量約為多少？
- (A) 6.94 (B) 19.5
 (C) 39.0 (D) 78.0

16. 以波長 0.2 nm 的 X-射線照射一晶體時，發現其第二級反射之角度為 30° ，請問此晶體的相鄰晶面距離為多少 pm？
- (A) 200 (B) 400
(C) 600 (D) 800
17. 下列各項敘述，何者正確？
- (A) 潤濕現象是由於液體內聚力大於液體與固體表面間附著力所致
(B) 若液體能完全潤濕固體表面，則接觸角會接近 180°
(C) 界面活性劑的 HLB 值是由分子的偶極距計算而得
(D) 界面活性劑的 HLB 值最高為 20，其中數值愈高，表示其親水性愈強
18. 有關界面活性劑的敘述，下列何者正確？
- (A) 兩性界面活性劑是指其親水基同時具有陰陽離子基團者，相較其他界面活性劑對人體刺激性較低，適合用於嬰兒清潔用品
(B) 市售合成清潔劑的長鏈烷基可分為直鏈與支鏈型，其中直鏈型的烷基對於水中微生物而言較不易分解
(C) 陽離子界面活性劑是指其親油基在水中能解離成陽離子者，常見的肥皂即屬之
(D) 界面活性劑分子中的長鏈烷基為低極性，屬親水基
19. 下列哪個系統的自由度最小？
- (A) 恆溫下，部分互溶的兩液體與其蒸氣達平衡的系統
(B) 苯與其蒸氣達平衡的系統
(C) 乙醇水溶液與其蒸氣達平衡的系統
(D) 底部存在氯化銨晶體的飽和水溶液與其蒸氣達平衡的系統
20. 有關單成分的相平衡敘述，下列何者**錯誤**？
- (A) 最小自由度為 0
(B) 最大自由度為 2
(C) 最小相數為 1
(D) 最大相數為 4
21. 在 55°C 時，乙醇、甲基環己烷的蒸氣壓分別為 170 mmHg 及 280 mmHg，當兩者混合後乙醇在液相溶液的莫耳分率為 0.7 時，溶液的蒸氣壓為 360 mmHg，請問有關此溶液的敘述，下列何者正確？
- (A) 混合後溶液體積會變小
(B) 混合後分子間引力變大
(C) 兩液體混合過程為吸熱反應
(D) 對拉午耳(Raoult law)定律呈現負偏差
22. 有三個電池其放電全反應式如下所示，請問下列敘述何者正確？
- 電池甲： $2X^+_{(aq)} + W_{(s)} \rightleftharpoons 2X_{(s)} + W^{2+}_{(aq)}$ ， $\Delta E^\circ = +1.00\text{ V}$
電池乙： $W^{2+}_{(aq)} + Y_{(s)} \rightleftharpoons W_{(s)} + Y^{2+}_{(aq)}$ ， $\Delta E^\circ = +2.00\text{ V}$
電池丙： $2Z^{3+}_{(aq)} + 3Y_{(s)} \rightleftharpoons 2Z_{(s)} + 3Y^{2+}_{(aq)}$ ， $\Delta E^\circ = -3.00\text{ V}$
- (A) 標準狀態下，電池丙可自然發生
(B) 電池甲以 X 為陽極
(C) Y 的標準氧化電位大於 X
(D) $2X^+_{(aq)} + Y_{(s)} \rightleftharpoons 2X_{(s)} + Y^{2+}_{(aq)}$ ， $\Delta E^\circ = +1.00\text{ V}$

23. 已知 $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ni}_{(\text{s})}$, $E^{\circ} = -0.25 \text{ V}$; $\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ag}_{(\text{s})}$, $E^{\circ} = 0.80 \text{ V}$ 。
求 25°C 下, $\text{Ni} | \text{Ni}^{2+} (1 \text{ M}) || \text{Ag}^{+} (0.1 \text{ M}) | \text{Ag}$ 的反應電動勢約為多少伏特(V)?
- (A) 0.99 (B) 1.11
(C) 2.08 (D) 3.26
24. 有三個電解槽, 其陰陽極皆使用石墨電極, 其中分別含飽和的 AgNO_3 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 及 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液, 若三個電解槽都通入相同的電量, 請問各電解槽中陰極所析出的金屬莫耳數比 $n_{\text{Ag}} : n_{\text{Cu}} : n_{\text{Fe}}$ 為何?
- (A) 1 : 2 : 3 (B) 2 : 3 : 6
(C) 3 : 2 : 1 (D) 6 : 3 : 2
25. 某人拿二片邊長 3.00 cm 的正方形金屬電極板, 放入電解槽中, 二金屬電極板間的距離為 2.00 cm 。並在室溫下透過三用電表量測內含 0.05 M KCl 溶液的電解槽之電阻, 測得電阻(R)為 0.500Ω , 請問在室溫下該 0.05 M KCl 溶液的比電導(電導率, κ)為多少 S/cm ?
- (A) 0.111 (B) 0.444 (C) 2.25 (D) 9

第二部分：化工裝置

26. 下列何項不屬於單元操作?
- (A) 離析(separation and classification)
(B) 蒸發(evaporation)
(C) 萃取(extraction)
(D) 水解(hydrolysis)
27. 下列哪一選項, 各項的因次不相同, 經相加減後是無意義的?
- (A) $1 \text{ lb}_f + 1 \text{ g} \cdot \text{cm/s}^2$
(B) $1 \text{ dyn/cm} + 1 \text{ kg}^2/\text{s}$
(C) $1 \text{ cal/g} + 10 \text{ m}^2/\text{s}^2$
(D) $1 \text{ 馬力} \cdot \text{小時} + 1 \text{ atm} \cdot \text{L}$
28. 下列敘述何者正確?
- (A) $1 \text{ 公斤力} = 0.4536 \text{ 磅力}$
(B) 若質量、長度、時間的因次以 M、L、T 表示, 則「功率」的因次是 ML^2T^{-2}
(C) $1 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 98000 \text{ Pa}$
(D) $32^{\circ}\text{C} = 330.6^{\circ}\text{R}$
29. 一般具有黏度的流體在圓管中呈現恆穩狀態流動時, 無論層流或紊流, 其橫斷面的速度分佈皆符合下列何項敘述?
- (A) 橫斷面上每一處速度均一樣大
(B) 管壁處速度最大, 管中心處速度最小
(C) 管壁處速度最小, 管中心處速度最大
(D) 管中心及管壁處速度最大, 距管中心一半處速度最小
30. 在 1 atm 下, 有一直徑 5.00 m 的圓柱體開口儲槽, 內裝 A、B、C 三種互不相溶且互不反應的液體; 已知密度分別為 $\rho_A = 0.80 \text{ g/cm}^3$ 、 $\rho_B = 1.00 \text{ g/cm}^3$ 、 $\rho_C = 1.20 \text{ g/cm}^3$, 其液高分別為 $h_A = 100 \text{ cm}$ 、 $h_B = 200 \text{ cm}$ 、 $h_C = 300 \text{ cm}$, 則此儲槽底部所承受之絕對壓力為多少 kPa ?
- (A) 62.7 (B) 164 (C) 6.27×10^4 (D) 1.64×10^5

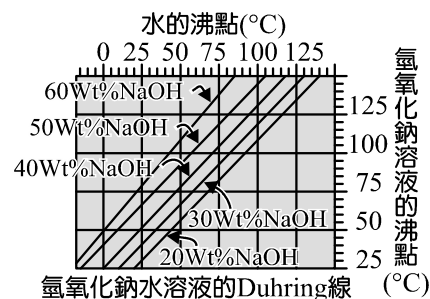
31. 某人在進行雷諾實驗時，在恆溫下分別將 A 和 B 兩種不同液體，以相同質量流率流入相同材質、相同管徑的圓管中，若發現 A 液體呈現層流(laminar flow)，而 B 液體則為紊流(turbulent flow)。則根據此實驗結果，該生可以做下列何種判斷？
- (A) 對雷諾數而言， $A > B$
 (B) 對黏度而言， $A > B$
 (C) 對動黏度而言， $A > B$
 (D) 對密度而言， $A < B$
32. 某人利用離心泵以 $0.040 \text{ m}^3/\text{s}$ 的輸送率，將水(密度為 $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$) 從一開口地下井(地面較地下井水面高 2.0 m) 輸送至工廠三樓的開口蓄水池中儲存(出水口較地面高 8.0 m)，若整個流動系統的使用的管路內徑為 50 mm ，且已知水實際由離心泵獲得 $350 \text{ J}/\text{kg}$ 的能量，試問管路總摩擦損失約為多少 J/kg ？(假設重力加速度為 $10 \text{ m}/\text{s}^2$)
- (A) 50 (B) 100
 (C) 150 (D) 200
33. 一輸送流體的管路，其配管包括內徑 50 mm ，長 100 m 的直管及 90° (標準型)肘管 2 個，球閥 2 個，角閥 1 個。管內輸送的是 20°C 的液體(密度為 $900 \text{ kg}/\text{m}^3$)，流速為 $3.5 \text{ m}/\text{s}$ 。已知直管部分每公尺管長的摩擦損失為 $1.5 \text{ J}/\text{kg}$ 。試問整個管路的總壓力摩擦損失約為多少 kPa ？(假設球閥及角閥均於全開狀態，各管件的相當管長管徑倍數($\frac{L_e}{D}$)： 90° 肘管(標準型)=32，球閥(全開)=300，角閥(全開)=170)
- (A) 191
 (B) 213
 (C) 1261
 (D) 1401
34. 離心泵乃化工程序上輸送液體之主要動力設備，其液體在泵內流動方向是下列何者？
- (A) 液體自離心方向吸入，也自反向之離心方向排出
 (B) 液體自軸心方向吸入，也自反向之軸心方向排出
 (C) 液體自離心方向吸入，而由軸心方向排出
 (D) 液體自軸心方向吸入，而由離心方向排出
35. 有關離心泵和往復泵的敘述，下列何者**不正確**？
- (A) 當離心泵內積存空氣時，將無法使液體推出，此稱為氣結現象(air binding)
 (B) 排除離心泵氣結現象的方法稱為引動(priming)，其方法為將泵上方的透氣閥打開，注水趕出空氣後再關透氣閥
 (C) 往復式泵啟動時必須先將出口閥關閉，待啟動馬達後再將出口閥慢慢開啓
 (D) 往復式泵活塞滑動的距離稱為衝程
36. 標稱管徑為 1 吋之銲接鋼管，其內徑為 D_i ，外徑為 D_o ，則下列何者之值等於 1 吋？
- (A) D_i (B) D_o (C) $\frac{D_i + D_o}{2}$ (D) 以上皆非
37. 有關浮子流量計的敘述，下列何者**錯誤**？
- (A) 當浮子流量計的流量增加時，則浮子上下兩端的壓力差仍維持不變
 (B) 浮子流量計可以量測位於太空中的國際太空站內氧氣供應流量
 (C) 當浮子流量計之流量增加時，則流體通過浮子旁之平均速度不變
 (D) 若體積流率相同時，量測密度較小的流體流量時，指示流量會比實際流量小

38. 於一內徑 100 mm 的鋼管內，安裝孔徑 30 mm 的孔口流量計進行流體體積流率的量測，管內輸送 20°C 的水，當流率為 0.04 m³/s 時，U 型管差壓計左右兩臂水銀高度差 1 cm；於相同條件下改變體積流率，U 型管左右兩臂水銀高差成爲 4 cm，則此時的流量爲多少 m³/s？(已知量測流體時的雷諾數均大於 3×10⁴，孔口板的流量係數維持定值)
- (A) 0.02 (B) 0.04 (C) 0.08 (D) 0.16
39. 有關熱量輸送裝置之敘述，下列何者**錯誤**？
- (A) 鰓管熱交換器中的鰓片，通常裝在熱傳送係數較大的那一側，藉由增加傳熱面積來提高傳熱速率
- (B) 殼管熱交換器之檔板具有支撐管子、增加殼側流體亂流程度的功能
- (C) 殼管熱交換器中，當加熱流體爲飽和水蒸氣時，其對數平均溫度差校正係數爲 1
- (D) 逆流式雙套管熱交換器，冷流體之出口溫度可能大於熱流體之出口溫度
40. 在 1 atm 下欲將 2.0 kg 的冰，從 -10°C 加熱成 110°C 的水蒸汽，試問需要供應多少 kJ 的熱量？(已知 0°C 冰的融化熱爲 335 kJ/kg，100°C 水的汽化熱爲 2257 kJ/kg，冰的比熱爲 2.3 kJ/kg·K，水的比熱爲 4.2 kJ/kg·K，水蒸汽的比熱爲 1.9 kJ/kg·K)
- (A) 5108 (B) 6108 (C) 7108 (D) 8108
41. 二片相同材質的平板耐火磚緊密黏合，假設黏接面處的熱阻不計，已知 A 片厚度 8 cm，B 片厚度 12 cm。A 面外側溫度爲 1000°C、B 面外側溫度爲 100°C。假設熱量傳送已達到恆穩狀態，並且符合傅立葉傳導定律，則兩片耐火磚接合處之溫度爲多少°C？
- (A) 500 (B) 540 (C) 600 (D) 640
42. 有一化工廠的液化氣體貯槽，製成圓球形，並包覆厚層的絕熱材料，已知圓球外直徑爲 2 m，絕熱材料厚 50 cm，導熱係數爲 200 W/m·K，外、內壁的溫度分別爲 25°C、-40°C，請依傅立葉傳導定律計算熱流率應爲多少 kW？(π 爲圓周率)
- (A) 156π
(B) 1560π
(C) 15600π
(D) 156000π

▲閱讀下文，回答第 43-44 題

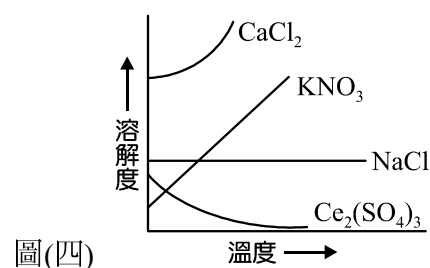
有一個傳熱面積爲 11.0 m² 的逆流式套管熱交換器以冷水冷卻熱油，其中熱油的入口溫度爲 85.0°C，出口溫度爲 40.0°C；冷水的入口溫度 20.0°C，出口溫度 75.0°C，若冷水以 12.0 kg/min 流入外管，其比熱爲 1.00 cal/g·°C。

43. 此熱交換器的對數平均溫差約爲多少°C？(假設沒有熱損失，ln 2 = 0.693、ln 1.86 = 0.619)
- (A) 55.0 (B) 48.5 (C) 33.2 (D) 14.4
44. 此熱交換器的總包熱傳係數約爲多少 W/m²·°C？
- (A) 491 (B) 391 (C) 291 (D) 191
45. 圖(三)乃氫氧化鈉水溶液之杜林(Dühring)線，請問在一大氣壓下，30 Wt%氫氧化鈉水溶液之沸點上升度數約爲多少°C？
- (A) 8
(B) 19
(C) 108
(D) 119



圖(三) 氫氧化鈉水溶液的Dühring線 (°C)

46. 有關蒸發裝置及其附件之敘述，下列何者**錯誤**？
 (A) 三效蒸發器無論採用何種進料方式，其操作溫度的大小順序均為第一效 > 第二效 > 第三效
 (B) 三效蒸發器無論採用何種進料方式，其第二效的熱源均來自第一效產生的蒸汽
 (C) 常見的冷凝器有逆流(乾式)冷凝器與順流(濕式)冷凝器，兩者皆屬於壁面冷凝器
 (D) 真空泵的功能為降低溶液的沸點，並提高蒸發速率
47. 某一不可壓縮流體在一直徑為 40 mm 的圓管內流動時，平均流速為 1.0 m/s，若此圓管以 Y 形管聯接兩支同為 10 mm 的小圓管，若此流動系統處於恆穩狀態且在兩支小圓管內的平均流速皆相同，問小圓管內的平均流速為多少 m/s？
 (A) 0.5 (B) 1.0 (C) 4.0 (D) 8.0
48. 有一蒸發器用於將 8% 的稀糖水濃縮至 20% 的濃糖水，其中進料流率為 200 kg/h，若此蒸發器的經濟效益為 0.8，則加熱此蒸發器所需的加熱水蒸汽流率為多少 kg/h？
 (A) 64
 (B) 96
 (C) 100
 (D) 150
49. 如圖(四)為 CaCl_2 、 KNO_3 、 NaCl 、 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 等四種物質的溶解度曲線圖，其中最適合使用真空法(絕熱蒸發法)結晶的物質為何？
 (A) CaCl_2
 (B) KNO_3
 (C) NaCl
 (D) $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$
50. 結晶的功用是去除雜質與溶劑而純化，以提供高品質的產品。下列各項結晶製程的變因中，何者對於晶癖影響較小？
 (A) 雜質
 (B) 攪拌速度
 (C) 壓力
 (D) 冷卻速率



【以下空白】