1. 一座化工廠的連續攪拌槽中，同時加入二股不同濃度的糖水與一股純水，攪拌槽內完全混合且沒有化學反應發生。三股進料如下：
流體 A：100 kg/hr，含有 30 wt%的糖
流體 B：50 kg/hr，含有 20 wt%的糖
流體 C：250 kg/hr 的純水
則混合後出料混合液中糖的最終重量百分率濃度(wt%)爲多少%？
(A) 5　(B) 10　(C) 15　(D) 20

2. 小安在便利商店買了一份白酒蛤蜊義大利麵，包裝上建議使用 1000 瓦微波爐加熱 1 分 20 秒，他帶回家後，發現家裡的微波爐功率只有 800 瓦。爲了讓食物加熱成建議的熱度，小安應該加熱多久時間？(假設微波爐加熱沒有能量散失)
(A) 2 分鐘　(B) 1 分鐘 40 秒　(C) 1 分鐘 20 秒　(D) 1 分鐘

3. 大賣場販售的每桶家用液化石油氣(LPG)氣體中，丙烷佔 60 mol%、丁烷佔 40 mol%。則完全燃燒 1 mol 的 LPG 混合氣體所需的理論空氣的重量爲多少克？(已知空氣中氧氣爲 20 mol%，其餘爲氮氣、空氣分子量爲 29)
(A) 5.6　(B) 28　(C) 812　(D) 896

▲閱讀下文，回答第 4-5 題

有一個連續反應器中，將純乙烯(C_2H_4)氣體引入進行氧化反應。此反應器中會同時進行一個主反應與兩個副反應，反應式如下：

$$\text{主反應：}\ C_2H_4+\frac{1}{2}O_2\rightarrow C_2H_4O$$
$$\text{副反應：}\ C_2H_4+3O_2\rightarrow 2CO_2+2H_2O$$
$$\text{副反應：}\ C_2H_4+O_2\rightarrow CH_3CHO$$

反應器中每小時送入 100 mol 的乙烯(C_2H_4)與足量氧氣，實驗測得以下產物生成量：環氧乙烷(C_2H_4O)：40 mol/h、二氧化碳(CO_2)：30 mol/h、乙醛(CH_3CHO)：10 mol/h

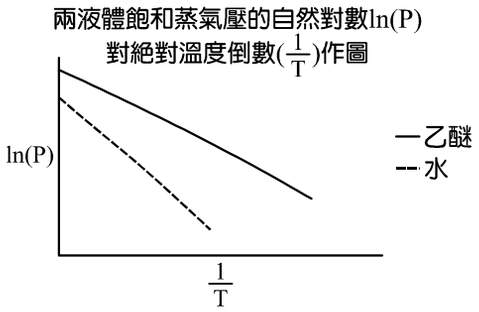
4. 乙烯的總轉化率爲多少%？
(A) 80　(B) 75
(C) 70　(D) 65

5. 主反應環氧乙烷的產率(yield)爲多少%？
(A) 80　(B) 40
(C) 30　(D) 10

6. 研究員小誠假設甲烷在 300 K 及 50 atm 下，將 1 mol 甲烷進行實驗，在此條件下甲烷的壓縮因子 $Z=0.8$，則下列敘述何者**錯誤**？
(A) 在此狀態下甲烷較理想氣體難被壓縮
(B) 在此狀態下甲烷的眞實體積爲 0.394 L
(C) 在此條件下甲烷的理想體積爲 0.492 L
(D) 若將條件改爲更高溫度、更低壓力，則甲烷的行爲更接近理想氣體

7. 有關氣體的「臨界溫度」與「臨界壓力」的敘述，下列何者正確？
(A) 臨界溫度是指氣體能被液化的最低溫度
(B) 當溫度與壓力高於臨界溫度與臨界壓力時，氣體與液體的界面會消失，稱爲超臨界流體
(C) 超過臨界壓力的氣體可以在任意溫度下被液化
(D) 臨界壓力是指氣體在臨界溫度下能夠被液化所需的最高壓力

8. 圖(一)爲兩種液體(乙醚、水)在克勞修斯-克拉伯隆(Clausius-Clapeyron)關係下的圖形，縱軸是 ln(P)(飽和蒸氣壓的自然對數)，橫軸是$\frac{1}{T}$(絕對溫度倒數)，則下列敘述何者**錯誤**？



圖(一)

(A) 在 ln(P)對$\frac{1}{T}$的圖中，斜度越大代表該液體的莫耳汽化熱越大
(B) 莫耳汽化熱越大，液體的飽和蒸氣壓隨溫度上升的變化越不明顯
(C) 分子間作用力：乙醚＜水
(D) 在常溫下，乙醚的飽和蒸氣壓高於水

9. 有關在某溫下液體 A(蒸氣壓低、黏度高)與液體 B(蒸氣壓高、黏度低)性質敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 液體 A 分子間作用力比液體 B 強
(B) 在該溫下液體 B 較容易蒸發
(C) 在該溫下液體 A 流動性比液體 B 低
(D) 液體 B 的正常沸點較液體 A 高

10. 在實驗中，使用毛細管觀察純水的毛細現象，已知純水在 20°C 時的表面張力約爲 72.8 mN/m。根據以下敘述有幾項正確描述液體表面張力的性質與其影響？
①表面張力是由於液體表面分子受到液體內部與外部吸引力差異所產生
②溫度升高通常會使液體表面張力上升，因爲分子間吸引力增加
③表面張力與毛細管中液面上升高度成反比，表面張力越高，液面上升越少
④若液體與容器之間附著力大於液體內聚力，則會出現凹形的液面(如水)
⑤添加正界面活性劑會使水的表面張力下降
⑥表面張力只與重力有關，與分子間作用力無關
⑦壓力升高時，表面張力通常隨之升高
(A) ①②⑥　(B) ①④⑤　(C) ③⑤⑦　(D) ④⑥⑦

11. 實驗中，研究人員將一顆直徑爲 2.00 mm、密度爲 7800 kg/m^3 的鋼球，放入一裝有待測液體(密度 900 kg/m^3)的垂直圓柱管中。當球體在液體中達到終端速度時，其落下速度穩定爲 0.025 m/s，則待測液體的黏度約爲多少 $Pa\cdot s$？(重力加速度爲 9.8 m/s^2)
(A) 1.2
(B) 0.6
(C) 0.27
(D) 0.06

▲閱讀下文，回答第 12-13 題

學生在第一次化工實習課中，利用相同滴數計，測量四種液體在相同體積(1.00 mL)條件下所形成的滴數如表(一)，此條件下純水的表面張力爲 72.8 dyne/cm。

表(一)

液體代號	密度(g/mL)	滴數(1.00 mL)
A(純水)	1.00	20 滴
B	0.80	42 滴
C	1.25	15 滴
D	1.05	18 滴

學生在第二次化工實習課中，將液體 A(純水)中加入少量陰離子型界面活性劑，重新測量滴數，得到的數據如表(二)：

表(二)

液體代號	處理方式	密度(g/mL)	滴數(1.00 mL)
A1(純水)	未添加	1.0	20 滴
A2	純水中加入陰離子型界面活性劑	1.1	55 滴

12. 第一次化工實習課中，下列哪一種液體的表面張力最大？
(A) 純水　(B) B 液體　(C) C 液體　(D) D 液體

13. 第二次化工實習課中，根據滴數變化，可以推論表面張力的改變情形，則 A2 相對於 A1 的表面張力比值約爲多少？
(A) 0.4　(B) 0.6　(C) 0.8　(D) 1.0

14. 有關固體的敘述，下列何者正確？
①離子固體具有高熔點，並能在熔融狀態或水溶液中導電
②分子固體通常熔點高，性質受凡得瓦力(van der Waals force)或氫鍵影響較大
③金屬固體因具有自由電子而能導電，且具有延展性與光澤
④石墨可導電，是因爲含有可移動的 π 鍵電子
⑤分子固體在水中能解離成離子，故能夠導電
⑥金屬固體通常以單原子形式存在，沒有晶體結構
(A) ①②③　(B) ①③⑥　(C) ②④⑤　(D) ①③④

15. 在金屬晶體結構中，不同類型的單位晶格具有不同的裝填分率(packing fraction)與空隙分率(void fraction)，有關面心立方(FCC)晶格的敘述，下列何者正確？
(A) 面心立方晶格的裝填分率約爲 52%，因此其空隙分率約爲 48%
(B) 面心立方晶格中每個單位晶格內實際含有 2 個粒子
(C) 面心立方晶格的填充率高於體心立方晶格，填充率與六方最密堆積相同
(D) 面心立方晶格的配位數爲 8，代表每個原子最接近的原子有 8 個

16. 某金屬具有面心立方(FCC)晶格結構，單位晶格邊長爲 0.36 nm，金屬的原子量爲 60 g/mol(莫耳質量)，亞佛加厥常數爲 6.02×10^{23} 個原子/mol。則此金屬的晶格密度約爲多少 g/cm^3 ？
(A) 5.0　(B) 6.9　(C) 8.5　(D) 9.8

17. 有關界面張力的敘述，下列何者正確？
①液-液界面張力是兩液體界面分子間吸引力不同造成的現象
②液-液界面張力會隨著溫度升高而增加
③界面活性劑可降低液體的界面張力
④液-氣界面張力越大，液滴的形狀越趨向球形
⑤空氣中的氮氣與氧氣間具有界面張力
⑥界面張力與液體的黏度成正比
(A) ②⑤⑥　(B) ②④⑥　(C) ①③⑤　(D) ①③④

18. 有關界面活性劑的敘述，下列何者正確？
(A) 陰離子界面活性劑的親水基在水中帶負電荷，常用於洗衣粉中，清潔力強
(B) 陽離子界面活性劑的親水基在水中帶正電荷，常作爲清潔劑的主要成分，且對皮膚無刺激性
(C) 非離子界面活性劑在水中帶電荷，適用於硬水且不受水中離子影響
(D) 兩性界面活性劑在酸性環境帶正電，在鹼性環境帶負電，對皮膚具有刺激性

19. 有關「界面張力與溶解度」的敘述，下列何者正確？
(A) 兩液體界面張力越大，表示兩液體相互溶解度越高，因此溶質分子容易分散於溶劑中
(B) 兩液體相互溶解度與界面張力無關，兩者屬於完全不同的物理性質
(C) 溶解度高的物質，其與溶劑間的界面張力較低
(D) 加入界面活性劑能夠提高界面張力，並增加溶解度

20. 下列是水在不同材料上呈現的表面現象，水滴在銅金屬上形成潤濕現象，水滴在鐵氟龍上形成液滴形狀，藉由上述現象，比較水、銅金屬、鐵氟龍的表面能大小爲何？
(A) 水 > 銅 > 鐵氟龍　(B) 銅 > 水 > 鐵氟龍　(C) 銅 > 鐵氟龍 > 水　(D) 鐵氟龍 > 水 > 銅

21. 界面活性劑的功能可由 HLB 值(Hydrophile Lipophile Balance)來表示，有關 HLB 值的敘述，下列何者正確？
(A) 常用的乳化劑依 HLB 值範圍來選擇配方用途，O/W 乳化比 W/O 乳化需選擇較高的 HLB 值
(B) HLB 值只適用於離子型界面活性劑，與非離子型無關
(C) 非離子界面活性劑的 HLB 值皆固定於 10
(D) HLB 值越高，界面活性劑親油性越好，適合 W/O 乳化

22. 有關相圖中相與相平衡的敘述，下列何者正確？
(A) 在壓力-溫度圖上，三相點是指氣、液兩相共存的狀態
(B) 在臨界點時，物質密度趨近於零
(C) 在單一成分相平衡系統中，由固-液平衡曲線得知任何物質當壓力增加其熔點下降
(D) 在雙成分的 T-X(溫度-組成)圖中，液相區域位於氣相區之下

23. 有關 4 個系統的敘述如下，比較其自由度的大小爲何？
①50%乙醇水溶液與其蒸氣達平衡之系統
②3 atm 下，氮氣、氧氣及二氧化碳混合後達平衡之系統
③25°C 下氯化鈉飽和水溶液(有氯化鈉固體沉澱)與其蒸氣達平衡之系統
④90%鋁鋅合金是由 10 g 鋅與 90 g 鋁加熱至熔融態均勻攪拌後形成之系統
(A) ④ > ② > ① > ③　(B) ④ > ② > ① = ③
(C) ② > ④ > ① > ③　(D) ② = ④ > ① > ③

24. 在 298 K 時，A 液體的飽和蒸氣壓爲 30 kPa，B 液體的飽和蒸氣壓爲 25 kPa，當兩液體在此溫度下混合均勻並達成氣液平衡時，液相中 A 液體的莫耳分率爲 0.70，氣相的總壓爲 24 kPa，下列敘述何者正確？
(A) 此混合溶液爲負偏差溶液
(B) 此混合溶液之體積大於原純液體之體積總和
(C) 此溶液的混合過程不吸放熱
(D) 此混合溶液的 A 和 B 之分子間引力小於 A 和 A 之分子間引力或 B 和 B 之分子間引力

25. 某溫度時，在 100 克的溶液中，其總組成爲 70%的酚與 30%的水，可形成二液層，其一含 20%的酚(水相)，另一含 90%的酚(酚相)，至少需再加入幾克的純酚可讓其變成單相溶液？
(A) 40　(B) 80
(C) 160　(D) 200

26. 在液滴由毛細管滴下的過程中，表面張力 γ 對液滴形成的大小有重要影響。假設液滴質量爲 m，重力加速度爲 g，r 爲液滴半徑，表面張力爲 γ，則下列哪一選項爲無因次群？
(A) $\frac{mrg}{\gamma}$　(B) $\frac{m\gamma}{rg}$　(C) $\frac{mr}{\gamma g}$　(D) $\frac{\gamma r}{mg}$

27. 某反應器內部壓力爲 2.5 atm，若要將此壓力轉換爲 kJ/m^3 的單位，則換算後的數值約爲多少？
(A) 253.3　(B) 101.3
(C) 2.5　(D) 0.025

28. 有一圓形管道中，水已達穩態流動，入口圓管截面積爲 $0.01\ m^2$，平均流速爲 2 m/s，比重爲 1；出口圓管截面積爲 $0.005\ m^2$，下列敘述何者正確？
(A) SI 制中出口質量流率與出口流速的比值爲 5 kg/m
(B) 出口質量流率小於入口質量流率
(C) 出口平均流速爲 1 m/s
(D) 若流體黏度不變，出口處的雷諾數小於入口處的雷諾數

29. 有一臺公司剛採購回來的離心泵，可以將水從低處抽送至高處，水的體積流率爲 $0.02\ m^3/s$，總揚程爲 25 公尺，水的比重爲 1，重力加速度爲 $9.8\ m/s^2$，假設泵的制動功率爲 6.5 kW，且流體動能、流體摩擦損失可以忽略，則此泵的效率接近多少%？
(A) 62　(B) 75
(C) 85　(D) 94

30. 有一流體沿管長 30 m、內徑 10 cm 的圓管中流動，流體比重爲 1.2，黏度爲 100 cP，平均流速爲 1 m/s，則流動中流體所產生的壓力損失約爲多少 Pa？
(A) 9600　(B) 4800
(C) 2400　(D) 960

31. 某流體在水平圓管內作層流流動，已知圓管內直徑爲 20 cm，如流體之最大流速爲 20 m/s，則流體在距管壁 4 cm 處之流速爲多少 m/s？
(A) 12.8　(B) 16.8　(C) 18.2　(D) 19.2

32. 有一雙套管熱交換器中，內管內直徑爲 2.5 cm 的光滑圓管，長度爲 5 m，在熱交換器的系統中使用了 4 個彎頭(每個彎頭的相當管長爲 30 倍的圓管直徑)，冷卻水的比重爲 1，黏度爲 1 cP，平均流速爲 1.2 m/s，假設冷卻水已達穩態流動，則下列敘述何者**錯誤**？
(A) 內管中的冷卻水以亂流狀態流動
(B) 計算壓力損失時，總摩擦損失的相當管長 $\Sigma L = 8\ m$
(C) 平均流速越高對相當管長的影響越大
(D) 相當管長越長，摩擦損失越大

33. 有關不同材質的管路系統適用於不同操作條件中，下列敘述何者正確？
①不鏽鋼管適用於高腐蝕環境與高溫作業
②銅管常用於冷卻水系統與空調設備
③PVC 管適用於高壓高溫蒸氣輸送
④鑄鐵管抗腐蝕能力強，適用於強酸強鹼
⑤不鏽鋼常用於食品與醫藥工業上，也可以輸送酸性物質，例如鹽酸
⑥聚乙烯(PE)管多用於低壓流體與地下配管
(A) ①②⑥　(B) ①③⑥　(C) ②④⑤　(D) ③④⑤

34. 有關常見閥類之特性與應用，下列敘述何者**錯誤**？
(A) 球塞閥適合快速開關操作，阻力低
(B) 閘閥常用於完全開啓或完全關閉，不易精準控制流量
(C) 止回閥可防止流體逆流，常用於泵浦出入口
(D) 針閥適用於高流量、大管徑的流體，且能夠精準控制流量

35. 有關泵的敘述，下列何者正確？
①離心泵適合於高黏度流體輸送作業
②往復泵有較高的揚程，但有脈動現象的缺點
③齒輪泵屬於正排量式泵，常用於輸送潤滑油與黏性液體
④隔膜泵可輸送含顆粒液體，但不適合輸送腐蝕性流體
⑤離心泵啓動時必須先充滿液體，以防止產生氣縛現象產生
⑥螺旋泵屬於正排量式泵，其特點是能夠輸送高黏度含固體顆粒的液體
(A) ①④⑥　(B) ①④⑤　(C) ②③⑤　(D) ②③⑥

36. 有一 U 型管差壓計以水作爲指示液體(比重爲 1)，左側管連接某氣體壓力 P_1，右側爲密閉眞空(絕對壓力爲 0 Pa)，若兩邊水柱高度差爲 25 cm，則某氣體的絕對壓力 P_1 爲多少 Pa？
(A) 1960　(B) 2450　(C) 2770　(D) 3210

37. 阿銘於化工裝置實習中利用水流經細腰流量計，流量計的入口直徑爲 0.10 m，喉部直徑 0.05 m，產生的壓力差爲 2000 Pa，則此細腰流量計測得水的體積流率約爲多少 m^3/s ？(細腰流量計流量係數爲 0.98、水的比重爲 1)
(A) 0.0016　(B) 0.0020　(C) 0.0025　(D) 0.0038

38. 有關浮子流量計的敘述，下列何者正確？
(A) 浮子流量計可水平安裝，不受管線方向限制
(B) 流量計的浮子會根據壓差大小上下擺動，量測壓力變化
(C) 測量不同流體具有相同的浮子高度時，流體的密度越大，體積流率越大
(D) 測量不同流體具有相同的體積流率時，流體的密度越小，浮子的高度越低

39. 有一根長度 0.5 m、截面積 $0.01\,m^2$ 的銅棒，其熱傳導係數爲 $400\ W/(m\cdot K)$，若銅棒兩端溫度差爲 50°C，則此銅棒的熱損失率爲多少 W？(假設已達熱傳穩定，熱量傳送僅沿銅棒長度方向進行)
(A) 200　(B) 300　(C) 400　(D) 500

40. 有一厚度爲 0.1 m 的紅磚牆，其熱傳導係數爲 $10\ W/(m\cdot K)$，一側接觸高溫氣體，溫度爲 100°C，熱傳送係數爲 $25\ W/(m^2\cdot K)$；另一側接觸低溫氣體，溫度爲 25°C，熱傳送係數爲 $10\ W/(m^2\cdot K)$，則達熱傳穩定下每單位面積的熱流量爲多少 W/m^2 ？
(A) 500　(B) 750　(C) 5000　(D) 7500

41. 有關熱傳導、熱對流及熱輻射三種熱傳方式的敘述，下列何者完全正確？
(A) 熱傳導需介質，發生在分子運動間；熱對流不需介質，透過電磁波傳遞；熱輻射需流體移動才能發生
(B) 熱傳導與熱輻射都需要介質；熱對流與熱輻射都涉及流體運動；熱傳導只發生在固體
(C) 熱傳導需介質且不需物質移動；熱對流的介質爲流體且伴隨質量移動；熱輻射可在眞空中傳遞，透過電磁波傳熱
(D) 熱傳導與熱對流皆透過紅外線傳遞能量；熱傳導速度不受材料影響；熱輻射需有流體作爲媒介

42. 有一黑體表面積爲 $1\,m^2$，表面溫度爲 1000 K，假設該黑體所發出的平均輻射波長爲 3 μm，每秒鐘從該黑體表面釋放出的能量大約相當於多少顆波長爲 3 μm 的光子能量總和？(已知史特凡-波子曼常數 $\sigma=5.67\times10^{-8}\ W/m^2\times K^4$；普朗克常數 $h=6.626\times10^{-34}\ J\times s$；光速 $c=3\times10^8\ m/s$；參考公式：E 能量 $=m\times c^2=h\times\nu$；E 輻射強度 $=\frac{q}{A}=\varepsilon\times\sigma\times T^4$)
(A) 3.0×10^{20}　(B) 5.7×10^{21}
(C) 6.8×10^{22}　(D) 8.6×10^{23}

43. 在雙套管熱交換器中，有關順流與逆流配置的熱傳效能比較，假設流體皆無產生相變化，下列何者正確？
(A) 順流配置通常具有較大的對數平均溫度差(LMTD)，因此熱傳效率較高
(B) 在相同熱流率下，逆流配置通常需要較小的熱傳面積，因爲其 LMTD 較大
(C) 順流與逆流在熱傳面積設計上無差異，與材料熱傳導係數有關
(D) 在任一配置下，對數平均溫度差與兩端溫度差的算術平均值相同

▲閱讀下文，回答第 44-45 題

在一家致力於生產高品質鮮乳的食品加工廠中，「安全、衛生與營養保留」是核心價值。爲了符合食品安全標準，同時提升生產效率，工廠導入雙套管熱交換器進行牛奶的瞬間高溫殺菌處理，內管流動的是 25°C 未殺菌的冷牛奶，冷牛奶的質量流率爲 2 kg/s、比熱爲 4.0 kJ/kg×K，外管流動的是 105°C 的熱蒸氣，熱蒸氣的質量流率爲 160 g/s，比凝結熱爲 2250 J/g，假設熱交換器無熱損失、雙套管熱交換器的總包熱傳係數爲 60 $W/m^2 \times K$。($\ln 2 = 0.693$、$\ln 3 = 1.1$、$\ln 5 = 1.61$、$\ln 7 = 1.95$)

44. 根據熱量守恆原理，牛奶出口溫度大約爲多少°C？
(A) 80　(B) 75　(C) 70　(D) 65

45. 此雙套管熱交換器所需的熱傳面積約爲多少 m^2？
(A) 110　(B) 220　(C) 330　(D) 440

46. 有關蒸發操作的敘述，下列何者正確？
(A) 將眞空泵裝在蒸發裝置的入口處，可以增加蒸發效率
(B) 提高操作壓力可以降低沸點，有利於熱敏性物質的蒸發
(C) 蒸發速率與溶液、加熱蒸氣兩者的溫度差有關
(D) 蒸發是將液相中溶質移除後得到濃縮溶液的操作

47. 有關多效蒸發器中順向進料(forward feeding)與逆向進料(backward feeding)方式的敘述，下列何者**錯誤**？
(A) 順向進料較逆向進料較節省泵的所需數量
(B) 若物料黏度隨濃度增加而有急速增大的現象，逆向進料有助於降低流動的阻力
(C) 順向進料與逆向進料中第一效的蒸發壓力皆大於第二效的蒸發壓力
(D) 順向進料是在第一效蒸發器取得濃縮液，逆向進料是在最末效取得濃縮液

▲閱讀下文，回答第 48-49 題

某一單效蒸發器每小時進料量爲 6000 kg，進料糖水濃度爲 10%濃縮至 30%，進料溫度爲 30°C，蒸發器內溶液沸點 100°C(已知糖水比熱爲 4.0 kJ/kg·K、100°C 水的比汽化熱爲 2,000 kJ/kg)，蒸發熱源提供 120°C 飽和水蒸汽，蒸發操作忽略其他熱損失。(假設單效蒸發器的經濟效益約爲 0.8，經濟效益$=\frac{\text{蒸發出的溶劑量}}{\text{生蒸氣消耗量}}$)

48. 此糖水要進行濃縮操作時，需要提供大約多少千焦耳的熱量？
(A) 1.92×10^6　(B) 4×10^6　(C) 8×10^6　(D) 9.68×10^6

49. 此蒸發器需要的生蒸氣量爲多少 kg/hr？
(A) 3000　(B) 4000　(C) 5000　(D) 6000

50. 有關蒸發裝置的構成，下列有幾種設備爲其主要設備或輔助設備？
①蒸發罐　②霧沫分離器　③祛水器　④冷凝器　⑤吸收塔　⑥眞空設備　⑦反應器
(A) 4 種　(B) 5 種　(C) 6 種　(D) 7 種

【以下空白】