

5-5 化学装置及び設備【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

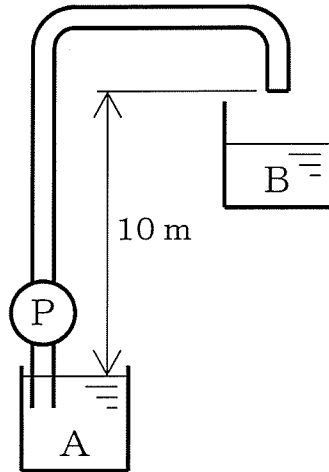
Ⅱ-1-1 蒸留塔のインターナルには充填物とトレイがある。以下の問いに答えよ。

（1）充填物とトレイにはどのようなものがあるか、それぞれ2項目を一般名で述べよ。

（2）また、充填物・トレイの使用目的あるいは選定基準を4項目挙げ、それぞれ充填物・トレイのどちらが向いているか述べよ。

Ⅱ-1-2 化学装置では、クーラーが多く使われる。冷却に使用した高温水を「冷水塔」と言われる装置で大気（空気）と接触させて温度を下げ、冷却水として循環再使用する例が多い。冷水塔で水の温度を下げる原理を説明せよ。また、水の温度を下げられる限界について、大気の状態との関連を述べよ。

Ⅱ－１－３ 図のような高低差を持つ貯槽 A から貯槽 B にポンプ P を使って液体を送りたい。以下の条件にもとづいて問いに答えよ。



液体密度： $\rho = 1.0 \times 10^3$  [kg/m<sup>3</sup>]，液体粘度： $\mu = 1.5 \times 10^{-3}$  [Pa·s]，

配管内径： $D = 5.0 \times 10^1$  [mm]，配管全長： $L = 2.0 \times 10^1$  [m]，

管内平均流速： $u = 2.0 \times 10^0$  [m/s]。

配管抵抗による圧力損失： $\Delta P$  の計算式にはファニングの式： $\Delta P = 4f (L/D) (u^2/2)$ ，

管摩擦係数： $f = 5.5 \times 10^{-3}$  を使用する事。

管路中には 90° エルボが 2 個あるものとし，90° エルボ 1 個の圧力損失は配管径の 32 倍の長さの直管に相当する。

管吸入口での縮流による圧力損失は無視してよい。

重力加速度は  $9.8 \times 10^0$  [m/s<sup>2</sup>] とし，ポンプ総合効率を  $7.0 \times 10^{-1}$  とする。

(1) 管路のレイノルズ数を計算せよ。

(2) ポンプ動力を計算せよ。

Ⅱ－１－４ 高濃度酸素，高濃度窒素が必要とされることがあるが，ほとんどの場合，空気を原料として酸素，窒素等を濃縮する。高濃度酸素又は窒素を得るための方法を 2 つ挙げ，それぞれの原理を説明せよ。得られる製品の純度等，その方法の特徴を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 固定層触媒反応器のベンチプラントにおいて，発熱反応である反応を温度制御することによって生成物を所定の転化率，選択率で得る技術が確立できている。この反応器を商用生産設備までスケールアップするに当たり，流動層反応器を導入する計画がある。あなたが計画の当事者として，次の問いに答えよ。

- (1) 事前に装置設計面，運転操作面で調査・検討すべき点について述べよ。
- (2) 計画から商業運転までに実施すべき項目について時系列に沿って述べよ。
- (3) 商業生産設備の試運転を進めるに当たって技術的な留意事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 安定した業績が続いている企業であっても，そのままの状態で継続する保証はなく，将来の成長に向けて適切な対策を取っておくことが必要である。このために会社では，将来の成長に向けて新規事業の開拓の検討をすることになった。あなたがこの件の担当者になったとして，以下に答えよ。

- (1) 検討に着手する時に必要な項目
- (2) 業務を遂行する際の具体的な方法
- (3) 報告をする際の結論を出すに当たって、留意すべき点

5-5 化学装置及び設備【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 現在、経済産業省が主導して水素社会の実現に向けた取組が行われている。水素エネルギーは、化石燃料だけでなく海外未利用エネルギーや再生可能エネルギーからも製造可能なことから、エネルギー安全保障・安定供給の点で有利であり、利用段階で二酸化炭素を排出しない低炭素型のエネルギー媒体である。「水素社会の実現に向けたロードマップ」（水素・燃料電池戦略協議会策定）によれば、フェーズ1で、水素利用の飛躍的拡大、フェーズ2で、2020年代後半以降に水素発電の本格導入や大規模な水素サプライチェーンの確立、フェーズ3で、2040年頃に、トータルでのCO<sub>2</sub>フリー水素供給システムの確立が計画されている。しかしながら、克服しなければならない課題も多い。

- (1) 水素エネルギーの普及に向けての課題を2つ挙げて説明せよ。
- (2) あなたが挙げた課題の1つについて、化学技術者の立場からの提案を具体的に示せ。
- (3) あなたの提案に対して考え得るリスクについて説明し、その対処方法を述べよ。

Ⅲ-2 日本の人口は2008年頃を境に減少に転じ、2048年には1億人を割り込むと推定されている。生産年齢人口は2013年に8,000万人を下回り、人口以上の速度で減少して2051年には5,000万人を下回ると推定されている。

日本の労働人口の減少が研究開発を含めた化学産業全体に与える影響を予測し、化学装置及び装置の技術者が出来る貢献を考えよ。ただし、単なる政策的な提言のみにならないように技術的な観点からの提言を必ず含めること。

- (1) 業種などの対象とする領域を示した上で、労働人口が減少しても生産性を維持向上させるために必要な課題を挙げよ。また、そのように考えた理由を述べよ。必要であれば、複数の課題を記載して良い。
- (2) (1) で挙げた課題を解決する手段や方法について具体的な技術的事項を例示して述べよ。
- (3) あなたが(2)で挙げた手段や方法がもたらすであろうリスクやトラブルを挙げ、その対処方法について述べよ。