

【05】化学部門

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 ラジカルに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 塩素ラジカルは、塩素 (Cl_2) に紫外線を照射すると塩素-塩素 ($\text{Cl}-\text{Cl}$) 結合が不均一結合開裂 (ヘテロリシス) して生成する。
- ② 塩素ラジカルの近傍にメタンが存在すると、塩素ラジカルはメタンから水素原子を引き抜いて塩化水素とメチルアニオンが生成する。
- ③ ラジカル同士が衝突すると、お互いに反発しあう。
- ④ 過酸化ベンゾイルを加熱 (約 80°C) すると、ベンゾイルオキシラジカルやフェニルラジカルが発生する。
- ⑤ アルキルラジカルは第一級ラジカルより第三級ラジカルの方が不安定である。

Ⅲ-2 ベンゼンの反応に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。特に断りのない限り、反応は常圧下で行われるものとする。

- ① 常温で臭素と混合させるだけで、ブロモベンゼンを良好な収率で合成できる。
- ② 液体アンモニアとエタノールの混合溶媒中、低温でリチウムを加えて反応させると、エトキシベンゼンを高収率で得ることができる。
- ③ 塩化アルミニウム存在下に1-クロロブタンを 0°C で反応させた場合、n-ブチルカチオンと2-ブチルカチオンを経由して、sec-ブチルベンゼンとn-ブチルベンゼンの約2:1の混合物が得られる。
- ④ 共鳴安定化されているベンゼンは、反応活性が高く、エタノール中でパラジウム触媒を用いて室温で接触水素化を行うと、シクロヘキサンを容易に得ることができる。
- ⑤ 0°C において発煙硫酸でスルホン化した後、室温で水酸化ナトリウム水溶液を用いて処理すると反応が容易に進行し、フェノールが良好な収率で得られる。

Ⅲ-3 ベンズアルデヒドと濃水酸化ナトリウム水溶液を反応させたら、ベンジルアルコールと安息香酸のナトリウム塩が生成した。この反応の正しい名称はどれか。

- ① Cannizzaro (カニッツァロ) 反応
- ② Claisen (クライゼン) 縮合反応
- ③ Grignard (グリニャール) 反応
- ④ Michael (マイケル) 反応
- ⑤ Sandmeyer (ザンドマイヤー) 反応

Ⅲ-4 次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

有用なケトンであるシクロヘキサノン^①は、水素化ホウ素ナトリウムと反応して A に、また、 B で処理してアジピン酸（ヘキサン二酸）へと容易に変換できる。また、ヒドロキシルアミンとシクロヘキサノンの脱水縮合で得られる C 化合物は、 D 転位反応を経由して、ポリアミド6（ナイロン6）の原料である E を与えることが知られている。

| | A | B | C | D | E |
|---|-----------|------------|-------|------------------|-----------|
| ① | シクロヘキサノール | 二酸化マンガン | オキシム | Beckmann (ベックマン) | ε-カプロラクタム |
| ② | シクロヘキセノール | 過マンガン酸カリウム | ヒドラゾン | Beckmann (ベックマン) | ε-カプロラクトン |
| ③ | シクロヘキサノール | 過マンガン酸カリウム | オキシム | Beckmann (ベックマン) | ε-カプロラクタム |
| ④ | シクロヘキセノール | 過マンガン酸カリウム | ヒドラゾン | Claisen (クライゼン) | ε-カプロラクトン |
| ⑤ | シクロヘキセノール | 二酸化マンガン | ヒドラゾン | Claisen (クライゼン) | ε-カプロラクタム |

Ⅲ-5 有機溶媒に関する次の(A)~(E)の記述の正誤について、最も適切な組合せはどれか。

(A) クロロホルム10 mLと水10 mLとをよく振り混ぜた後に静置すると、クロロホルムは下層として分離する。

(B) ベンゼンはトルエンより分子量は小さいが、トルエンの融点が -95°C であるのに対して、ベンゼンの融点は 5.5°C と高い。

(C) 20%の水を含むトルエンを常圧で単蒸留すると、まず水が留出し、ついで沸点 110.6°C のトルエンが留出する。

(D) ジエチルエーテル10 mLと水10 mLをよく振り混ぜた後に静置すると、ジエチルエーテルは上層として分離する。

(E) アセトン10 mLと水10 mLとをよく振り混ぜた後に静置すると、アセトンは下層として分離する。

| | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① | 正 | 正 | 誤 | 誤 | 正 |
| ② | 正 | 誤 | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 | 正 | 正 | 誤 |
| ④ | 誤 | 誤 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 正 | 誤 | 正 | 誤 |

Ⅲ-6 化学反応に関する次の(A)~(E)の記述のうち、誤っているものの組合せはどれか。

(A) Diels-Alder反応は典型的な[4+2]環化付加反応である。

(B) 1-ブロモ-2-フェニルエタンの塩基によるE2反応は、炭素-臭素結合の自発的開裂から始まる。

(C) アルドール反応は塩基触媒存在下の反応が一般的であるが、酸触媒でも進行する。

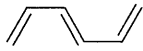
(D) 一般にキラルなハロゲン化アルキルを基質とする $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応は、第三級ハロゲン化アルキルよりも第二級のほうが進行しやすく、ラセミ体の生成物を与える。

(E) Michael付加反応の基質は、 α, β -不飽和カルボニル化合物である。

| | | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
| ① | A, B | ② | A, C | ③ | B, D | ④ | C, D | ⑤ | A, E |
|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|

Ⅲ-7 次の(A)~(E)の化合物の紫外・可視吸収スペクトルを測定したとき、 λ_{\max} の値が最も大きいものと最も小さいものの組合せはどれか。

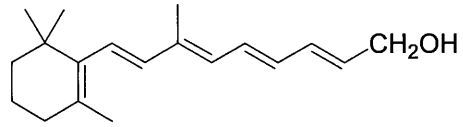
(A)



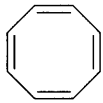
(B)



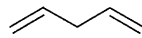
(C)



(D)



(E)



| | λ_{\max} の値が最も大きい | λ_{\max} の値が最も小さい |
|---|---------------------------|---------------------------|
| ① | C | A |
| ② | D | B |
| ③ | C | B |
| ④ | C | E |
| ⑤ | D | E |

Ⅲ-8 一次エネルギーとして分類されないものはどれか。

- ① 天然ガス ② 都市ガス ③ 水力 ④ 石油 ⑤ ウラン (原子力)

Ⅲ－9 石油（原油を含む）の組成に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 原油は、炭化水素を主成分として、微量の硫黄、窒素、酸素、金属などを含む天然物である。
- ② 原油には炭素、水素以外の元素は量的には少ないが、石油製品の品質に大きな影響を及ぼす。そのため、これらの元素を除去することを目的にした多数の精製プロセスが開発されている。
- ③ 石油は、無数の化合物から成る混合物である。ガソリンのような軽質の留分でさえ成分数は100種を超える。
- ④ 潤滑油留分から析出するパラフィンワックスはイソパラフィン（イソアルカン）が、マイクロワックスはノルマルパラフィン（ノルマルアルカン）が主成分である。
- ⑤ 原油中には一般にオレフィンが存在しないが、熱分解・接触分解等の分解反応によって生成する。

Ⅲ－10 石油精製業で利用されているアルキル化法とその生産物であるアルキレート（alkylate）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石油精製におけるアルキル化とは、炭化水素とオレフィン系炭化水素の付加反応のことである。
- ② 原料となる炭化水素、オレフィン系炭化水素は、それぞれ、イソパラフィン、ブチレン留分であり、反応生成物は、イソオクタンを主成分とするアルキレートである。
- ③ 接触分解装置からのイソブタン－ブチレン留分そのままでは組成的にイソブタンが不足する。その対策として接触改質装置などからのイソブタンを加えたりする。
- ④ アルキレートは、優れた性能を持つ高オクタン価な基材であり、また、芳香族及びオレフィン化合物を含まないので、環境規制の面からも重要なガソリンの基材である。
- ⑤ 接触アルキル化法に使用される触媒は、主として塩酸又はフッ化水素である。

Ⅲ－11 ジェット燃料油（航空タービン燃料油）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ジェット燃料油は、ガソリンあるいは灯油のような留分で、一般的に接触分解装置、接触改質装置などから得られる製品の混合物として製造される。
- ② JIS規格によると、ジェット燃料油は1号の灯油型（低析出点）、2号の灯油型、3号の広範囲沸点型の3種類がある。
- ③ -40°C といった低温の成層圏を飛ぶ際、水分やワックス析出によってフィルターが閉塞しないように、析出点が決められている。
- ④ 飛行中、翼の先端部が空気との摩擦で高温になるので、ジェット燃料油で冷却している。冷却の際の温度上昇時にタール分が生成しない熱安定性が求められる。また、熱安定性向上のため、アルキルフェノール等の酸化防止剤が添加されている。
- ⑤ 燃焼時の輝度が高いと輻射熱によりエンジン内面が熱損傷を受けるので、煙点が規定されている。

Ⅲ－12 潤滑油は、使用目的に合わせて基油に添加剤を調合して製造される。添加剤の1つである粘度指数向上剤に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温度変化に伴う潤滑油の粘度変化を低減する目的で使用される。
- ② 低温では基油の粘度をあまり上げないが、高温では低下する基油粘度を高め維持する作用をする。
- ③ 油溶性の高分子物質（ポリマー）で、分子量は数千から数十万である。
- ④ 熱分解などにより分子がちぎれて小さくなり、粘度指数向上性能が低下する。
- ⑤ 一般に高分子量のものほど低分子量のものに比べてせん断安定性が優れている。

Ⅲ-13 石炭に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 植物の堆積層内の植物質は、脱水、脱炭酸、脱メタン、脱水素を伴う化学変化により芳香環が発達していく。その結果、褐炭、亜炭、亜瀝青炭、瀝青炭、無煙炭の順に変化する。
- ② 一般炭は、主に発電所やセメント製造などで燃料として燃やされる石炭で、亜瀝青炭や炭素含有量が低い瀝青炭が該当する。原料炭は、コークス製造の原料に使用される石炭で、瀝青炭の中で粘結性が低い石炭である。
- ③ 石炭から直接エネルギーを取り出す場合に最もよく用いられる方法は、燃焼により発生した熱を利用する方法である。代表的な方法は、石炭を微粉炭に粉碎して燃焼させる微粉炭燃焼方式である。
- ④ 石炭の持つ特徴は、石油・天然ガスに比べ地域的な偏りが少なく、世界に広く存在していることである。可採年数（可採埋蔵量/年産量）が石油等のエネルギーより長いのも特徴である。
- ⑤ 石炭は、自国消費が多いため、国際商品であるが貿易量は少ない。輸出余力がある国は、オーストラリア、インドネシア、ロシアなどである。

Ⅲ-14 重縮合及び重付加により得られる高分子に関する次の(A)～(E)の記述のうち、誤っているものの組合せはどれか。

- (A) ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の重縮合により得られるポリアミドはデュポン社によりナイロンと命名され、現在でも代表的な合成繊維として広く使われている。
- (B) エチレングリコールとテレフタル酸の重付加により合成されるポリエステルはPETと呼ばれ、合成繊維や飲料容器として広く使われている。
- (C) ビスフェノールAとホスゲンの重縮合で合成されるポリエステルの一種であるポリカーボネートは、加工性も耐熱性もよく、コンパクトディスクなどに広く用いられている。
- (D) アルコールとイソシアナート類から重合されるポリウレタンは、典型的な重付加により合成される高分子である。
- (E) ポリアミドのアミド結合間が芳香環であるアラミドは、ナイロンなどの一般のポリアミドに比べ、耐熱性が低く、引張強度も弱い。

- ① A, B ② B, E ③ C, D ④ A, C ⑤ D, E

Ⅲ-15 次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

一方の末端が有機酸でもう一方の末端がアルコールである2官能性のモノマーが、重合する過程を考える。反応前の系の分子数を N_0 とすると、重合が進行し反応度が p となった時点の系中の分子数 N は、Aとなる。このとき数平均重合度 P_n は N_0/N で表されるから、反応度 p を用いて $P_n =$ Bとなる。反応度 p は、有機酸がアルコールと反応し結合を形成する確率とも考えられる。 n 量体分子が形成される確率は、 $n-1$ 回有機酸とアルコールが反応し、最後の n 回目は反応しなかった確率の積で表されるから $p^{n-1} \times (1-p)$ となる。したがって、反応度が p の時点での n 量体の分子数を N_n とすると、 $N_n =$ Cとなる。ここで、 $N =$ Aの関係を用いた。 n 量体の重量分率 w_n は nN_n/N_0 であるから、 $w_n =$ Dとなる。この分布はEと呼ばれる。

| | A | B | C | D | E |
|---|------------|-----------|---------------------|-------------------|------------------------|
| ① | N_0p | $1/p$ | $N_0p^{n-1}(1-p)$ | $np^{n-1}(1-p)$ | 正規分布 |
| ② | N_0p | $1/p$ | $N_0p^{n-1}(1-p)^2$ | $np^{n-1}(1-p)^2$ | 最も確からしい分布 (Flory分布) |
| ③ | $N_0(1-p)$ | $1/(1-p)$ | $N_0p^{n-1}(1-p)^2$ | $np^{n-1}(1-p)^2$ | 正規分布 |
| ④ | $N_0(1-p)$ | $1/(1-p)$ | $N_0p^{n-1}(1-p)$ | $np^{n-1}(1-p)$ | 最も確からしい分布 (Flory分布) |
| ⑤ | $N_0(1-p)$ | $1/(1-p)$ | $N_0p^{n-1}(1-p)^2$ | $np^{n-1}(1-p)^2$ | 最も確からしい分布 (Flory分布) |

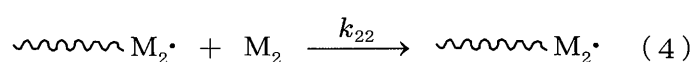
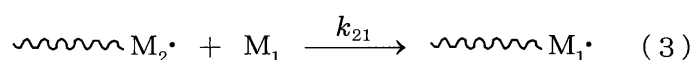
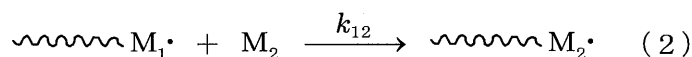
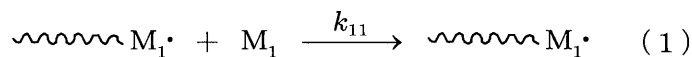
Ⅲ-16 ポリマーの立体規則性に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

プロピレンの重合により得られるポリマーの主鎖を平面ジグザグ構造で考えると、メチル基が同じ側にくる A ポリマー，メチル基が交互に逆側にくる B ポリマー，メチル基の配列に規則性がない C ポリマーの3種類の可能性がある。このうち、プロピレンから立体規則性の高い A ポリマーが D 触媒により初めて合成された。

D 触媒の多くは不均一系触媒であったが，均一系触媒である E 触媒がその後開発され，オレフィン類の重合及び共重合において分子量分布や分岐の制御も可能になった。

| | A | B | C | D | E |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| ① | アタクチック | イソタクチック | シンジオタクチック | カミンスキー | チーグラール・ナッタ |
| ② | イソタクチック | シンジオタクチック | アタクチック | チーグラール・ナッタ | カミンスキー |
| ③ | シンジオタクチック | アタクチック | イソタクチック | メタロセン | アダムス |
| ④ | シンジオタクチック | イソタクチック | アタクチック | チーグラール・ナッタ | メタロセン |
| ⑤ | イソタクチック | シンジオタクチック | アタクチック | アダムス | カミンスキー |

Ⅲ-17 2種のビニルモノマー (M_1 と M_2) 間のラジカル共重合における下記の成長反応 (1)~(4)の成長速度定数をそれぞれ k_{11} , k_{12} , k_{21} , k_{22} とする。重合初期に得られる共重合体組成 ($d[M_1]/d[M_2]$) は、仕込みモノマー組成 ($[M_1]/[M_2]$) とモノマー反応性比 ($r_1 = k_{11}/k_{12}$, $r_2 = k_{22}/k_{21}$) を用いて式(5)で表される。ただし, $[M_1]$, $[M_2]$ はモノマー濃度である。

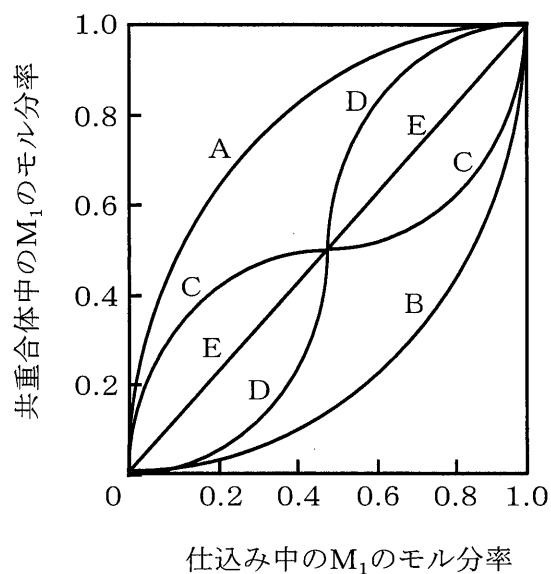


$$\frac{d[M_1]}{d[M_2]} = \frac{[M_1]}{[M_2]} \frac{r_1 \frac{[M_1]}{[M_2]} + 1}{r_2 + \frac{[M_1]}{[M_2]}} \quad (5)$$

下図の共重合組成曲線のうち、曲線Cは、仕込みモノマー組成 ($[M_1]/[M_2]$) が非常に小さい (グラフの左端寄り) ときは共重合体組成 ($d[M_1]/d[M_2]$) が仕込みモノマー組成より大きく、逆に仕込みモノマー組成 ($[M_1]/[M_2]$) が非常に大きい (グラフ右端寄り) ときは共重合体組成が仕込みモノマー組成より小さいことを示しており、式(5)を近似すれば $r_1 < 1$, $r_2 < 1$ であることがわかる。

曲線Aの場合のモノマー反応性比として適切なものはどれか。

- ① $r_1 > 1$, $r_2 < 1$
- ② $r_1 = 1$, $r_2 < 1$
- ③ $r_1 = 1$, $r_2 = 1$
- ④ $r_1 < 1$, $r_2 > 1$
- ⑤ $r_1 > 1$, $r_2 > 1$



Ⅲ-18 プラスチックや繊維と比較して、ゴムが持っている特性に関する次の記述のうち最も適切なものはどれか。

- ① 結晶化しやすい。
- ② エントロピーが小さい。
- ③ 弾性率が小さい。
- ④ ガラス転移点が高い。
- ⑤ 凝集エネルギーが大きい。

Ⅲ-19 電気分解に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 陰極では酸化反応が起こる。
- ② 電気分解では電源の負極につながれた電極が陰極である。
- ③ 平衡状態で電気分解に必要な電圧を理論分解電圧という。
- ④ 実際の分解電圧は理論分解電圧より大きく、この差を過電圧という。
- ⑤ 過電圧は流す電流の大きさにより変化する。

Ⅲ-20 炭素同素体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① C₆₀フラーレンは、ヘリウム中で黒鉛電極間に放電を行う際に生じる。
- ② C₆₀フラーレンには炭素の六員環と五員環が含まれる。
- ③ 黒鉛は、高温における断熱材として利用される。
- ④ ダイヤモンドは極めて熱を伝えにくく、特殊断熱材としての利用が期待される。
- ⑤ ダイヤモンド粉体の合成は、一般的に高温高压下で行われている。

Ⅲ-21 水素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 現在、我が国における水素の工業的製造は水の電気分解が主流である。
- ② 水素は、強い陽性の金属と反応する場合は負イオンとなる。
- ③ 水素には、水素：¹H、重水素：²H（ジユウテリウム：D）、三重水素：³H（トリチウム：T）の質量数の異なる3種の同位体が存在する。
- ④ 重水は、水を電気分解すると残部にやや多く残る特性を利用して、水の電気分解を繰り返してつくる。
- ⑤ アンモニアを合成するハーバー・ボッシュ法では、未反応の水素はリサイクルして使用する。

Ⅲ-22 酸化チタンに関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- ① 光触媒として環境汚染物質の分解や細菌の死滅に利用される。
- ② 硫酸法や塩素法で製造される。
- ③ 黒色の顔料として利用される。
- ④ 自然界における結晶構造としてはルチル型、アナターゼ型、ブルッカイト型が知られている。
- ⑤ 光誘起の超親水性を利用してミラー等の曇り防止用に用いられる。

Ⅲ-23 フォトルミネッセンスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ルミネッセンスは、物質が吸収したエネルギーの一部が光として放出される現象である。
- ② ルミネッセンスを生じるためのエネルギーは、電子線や波長の短い光などである。
- ③ ルミネッセンス強度はある温度以上に加熱すると減少する。
- ④ 発光がエネルギー照射の中止後にも長時間持続するものを蛍光という。
- ⑤ 付活剤を加えすぎるとルミネッセンス強度は減少する。

Ⅲ-24 セラミックスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 酸化鉄を主体とするフェライトは、永久磁石や電磁波ノイズフィルタに用いられる。
- ② 圧電体は超音波洗浄機やガスレンジの点火装置に利用される。
- ③ チタン酸バリウムは高い耐熱性を利用してコンデンサに用いられる。
- ④ すべての強誘電体は必ず圧電体であり、また焦電体である。
- ⑤ 人工的に合成されたルビーはレーザーに用いられる。

Ⅲ-25 次の記述中の物質A, B, Cに対する(ア), (イ), (ウ)の説明の組合せとして, 最も適切なものはどれか。

単体のカルシウムに水を作用させて生成した物質をAとする。この物質Aに二酸化炭素を吸収させて生成した物質をBとする。さらに物質Aあるいは物質Bを加熱して得られる固体物質をCとする。

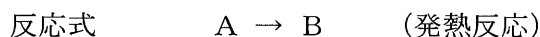
(ア) 乾燥剤や発熱剤として用いられている。

(イ) 石灰岩や大理石として天然に産出する。

(ウ) 炭酸水素カルシウムの水溶液を加熱すると, 沈殿物として生成する。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | A | B | C |
| ② | C | A | B |
| ③ | C | A | C |
| ④ | C | B | B |
| ⑤ | C | B | C |

Ⅲ-26 A→Bの反応は、発熱的に進行する液相均一反応であり、反応速度は成分Aの濃度の一次として、次式のように表される。



反応速度 $r = dC_A/d\theta = -kC_A$

C_A : 成分Aの濃度, k : 反応速度定数, θ : 反応時間

このとき、図1、図2に示す反応器に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 管型反応器では、成分Aの濃度は、入口から出口に向かって減少する。
- ② 管型反応器では、入口付近の除熱量を大きくしないと均一な温度とならない。
- ③ 槽型反応器では、反応器内の成分Aの濃度は出口濃度と同じである。
- ④ 槽型反応器では、混合が十分であれば、槽内の温度を均一に保つことができる。
- ⑤ 槽型反応器では、槽内の成分Aの濃度を均一にできるので、同じ反応率を得るには、管型反応器より小さな容積でよい。

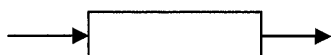


図1 管型反応器

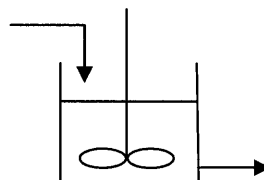


図2 槽型反応器

Ⅲ-27 実在気体に関する次の記述の下線部のうち、最も不適切なものはどれか。

実在気体のPV線図（横軸：体積 V ，縦軸：圧力 P ）において、高温での等温線は理想気体における① ボイルの法則 からほんの少しずれるに過ぎない。ある温度以下で温度一定のまま圧縮すると、ある圧力で気体は凝縮して液体を生じ始め、体積が減少していく。すべての気体が液体になるまで圧力は一定のままであり、このときの圧力はこの温度における② 平衡蒸気圧 である。つまり、液体を生じ始め、気体すべてが液体になるまでの領域は、気液2相が平衡を保っている領域であり、この間圧力が一定であることは、ギブスが導出した③ 相律 から④ 自由度(可変度) 0 として説明できる。

気液2相領域の頂点と接する等温線の温度を臨界温度といい、液化させるためには温度を⑤ 臨界温度以下 にする必要がある。

Ⅲ-28 100 kPa, 27°Cの空気で充満されている100 m³の密閉した室内で、純度100%の硫黄96 gを完全燃焼させた。室内の二酸化硫黄濃度の増加に最も近い値はどれか。

ただし、気体定数 $R=8.3 \text{ m}^3 \text{ Pa K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, 硫黄の原子量は32, 酸素の原子量は16とし、室内の温度上昇は無視できるものとする。

- ① 22 volppm
- ② 67 volppm
- ③ 249 volppm
- ④ 747 volppm
- ⑤ 22,400 volppm

Ⅲ-29 結晶の融点は、融解エントロピー ΔS_m に反比例するので、融解エントロピーにより、高分子結晶の融点の高低を推定することができる。振動のエントロピーは結晶と液体とで差は小さく無視することにし、コンフォーメーションのエントロピーのみを考慮して、ポリエチレン結晶中のメチレン基1 mol当たりの融解エントロピーの計算値として最も近い値はどれか。

なお、ポリエチレン分子鎖のコンフォーメーションは結晶中では全てトランス (T) であり、液体中ではトランス, ゴーシュ (G), ゴーシュバー (\bar{G}) の3種の立体配座が等確率で存在すると仮定せよ。必要であれば、以下の式、及び値を用いよ。

$$\text{Boltzmannの式 } S_m = R \log W$$

ここで S_m : モルエントロピー, R : 気体定数, W : 取りうる場合の数

$$\log 1 = 0, \log 3 = 1.10, \log 5 = 1.61, \log 10 = 2.30, R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

- ① $1.10 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ② $1.61 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ③ $9.14 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- ④ $13.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ⑤ $19.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Ⅲ-30 ポリアミド66 (ナイロン66) の熱分析により, 平衡融点 267°C , 及び融解のエンタルピー 188 J g^{-1} を得た。この相転移のエントロピーとして最も近い値はどれか。

- ① $1.0 \times 10^5 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$ ② $2.9 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$ ③ $1.4 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$
④ $0.70 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$ ⑤ $0.35 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$

Ⅲ-31 体積 10.00 cm^3 のある物体を空気中で秤量すると 23.086 g となった。同じ物体を密度未知の液体中で秤量すると 7.516 g となった。空気密度を 0.0012 g cm^{-3} とすると, 密度未知の液体の密度に最も近い値はどれか。

- ① 1.552 g cm^{-3} ② 1.554 g cm^{-3} ③ 1.556 g cm^{-3}
④ 1.558 g cm^{-3} ⑤ 1.560 g cm^{-3}

Ⅲ-32 ベンゼン $70 \text{ mol}\%$ —トルエン $30 \text{ mol}\%$ の混合液を 85 kmol h^{-1} で供給し, 連続精留を行う。軽質成分は, 塔頂からの留出液として $98 \text{ mol}\%$, 塔底からの缶出液として $3 \text{ mol}\%$ の液を製品として得る場合, 留出液量に最も近い値はどれか。
ただし, ベンゼンとトルエンの標準沸点をそれぞれ 353.2 K , 383.8 K とする。

- ① 30 kmol h^{-1} ② 40 kmol h^{-1} ③ 50 kmol h^{-1}
④ 60 kmol h^{-1} ⑤ 70 kmol h^{-1}

Ⅲ-33 40 Aの鋼管（内径42 mm）で冷却水の配管を行った。この配管内を $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ で冷却水を流した場合、1,000 m当たりの圧力損失に最も近い値はどれか。

なお、エルボ、バルブ等での圧力損失は考慮しないものとする。

また、圧力損失 $\Delta P = 4f(\rho u_a^2/2)(L/D)$ Pa, 配管摩擦係数 $f = 0.005$, 水の密度 $\rho = 1,000 \text{ kg m}^{-3}$ とする。

u_a : 管内の平均流速 [m s^{-1}], L : 配管の長さ [m], D : 配管の内径 [m]

- ① $9.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ ② $9.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ ③ $9.5 \times 10^5 \text{ Pa}$
④ $9.5 \times 10^6 \text{ Pa}$ ⑤ $9.5 \times 10^7 \text{ Pa}$

Ⅲ-34 攪拌動力 P と無次元動力数 N_p は $N_p = P/(\rho n^3 D^5)$ で相関される。ある混合槽において1.5 kWのモーター付きで、200 rpmまで回転数を上げることができる攪拌機が付いている。この攪拌機の動力を2.2 kWに替えた場合、回転数の上限として最も近い値はどれか。

ただし、 $N_p = 6$ とする。

なお、 ρ : 液密度 [kg m^{-3}], n : 回転数 [s^{-1}], D : 羽径 [m] である。

- ① 227 rpm ② 237 rpm ③ 247 rpm ④ 257 rpm ⑤ 267 rpm

Ⅲ-35 向流式二重熱交換器を用いて、 85°C の高温流体を質量流量 5 kg s^{-1} の割合で流し、 45°C まで冷却したい。 35°C の冷却水を用いた場合、冷水の最小所要流量として最も近い値はどれか。

なお、高温流体の比熱は $2.09 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$,

冷却水の比熱は $4.18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする。

- ① 1 kg s^{-1} ② 2 kg s^{-1} ③ 3 kg s^{-1} ④ 4 kg s^{-1} ⑤ 5 kg s^{-1}