

平成28年度技術士第一次試験問題〔専門科目〕

【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 種々の物質の酸性度を表す以下の表に基づけば、次の4つの反応(A)～(D)は十分に起こり得るか。起こり得るものの組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (A)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}^+\text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$   
 (B)  $\text{HCN} + \text{CH}_3\text{COO}^-\text{Na}^+ \rightarrow \text{Na}^+\text{CN}^- + \text{CH}_3\text{COOH}$   
 (C)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Na}^+\text{CN}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^+ + \text{HCN}$   
 (D)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{Na}^+\text{NH}_2^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_2^-\text{Na}^+ + \text{NH}_3$

物質	$\text{p}K_a$
酢酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$	5
シアン化水素酸 $\text{HCN}$	9
水 $\text{H}_2\text{O}$	16
エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	16
アセトン $\text{CH}_3\text{COCH}_3$	19
アンモニア $\text{NH}_3$	36

- ① (A) と (B)  
 ② (A) と (C)  
 ③ (A) と (D)  
 ④ (B) と (C)  
 ⑤ (B) と (D)

Ⅲ－２ 炭素Cと水素Hからなる化合物のうち、次の記述の(A)～(C)のすべてに当てはまるものとして、最も適切なものはどれか。

- (A) 芳香族化合物に分類できる。
- (B) 重クロロホルム中の $^1\text{H}$  NMRスペクトルでは、すべての水素核の化学シフトは $\delta 6.5$  から $\delta 8.5$  に存在する。
- (C) 紫外可視吸収スペクトルにおいて、可視領域に極大吸収を持つ。

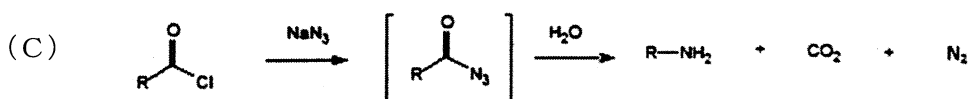
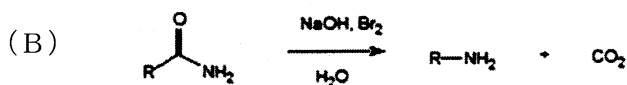
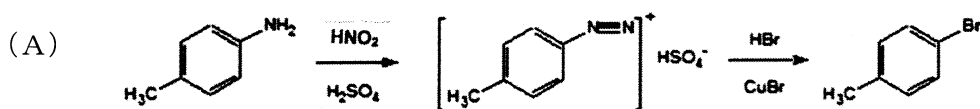
- ① ナフタレン
- ② フェナントレン
- ③ フェニルアセチレン
- ④ スチレン
- ⑤ アズレン

Ⅲ－３ 次の3つの化合物(A)～(C)のルイス構造を記したとき、カッコ内に示した元素の形式電荷の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、ルイス構造では8電子則は常に満たされているとする。

- (A) 一酸化炭素  $\text{CO}$  (酸素O)
- (B) 硝酸  $\text{HNO}_3$  (窒素N)
- (C) オゾン  $\text{O}_3$  (中心の酸素O)

- |   | (A) | (B) | (C) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | +1  | +1  | +1  |
| ② | +1  | +1  | -1  |
| ③ | +1  | -1  | +1  |
| ④ | -1  | +1  | +1  |
| ⑤ | -1  | -1  | +1  |

Ⅲ-4 アミンの反応や生成に関する次の反応 (A) ~ (C) の名称の組合せとして、最も適切なものはどれか。



- | <u>(A)</u>    | <u>(B)</u>  | <u>(C)</u>  |
|---------------|-------------|-------------|
| ① Hofmann転位   | Sandmeyer反応 | Curtius転位   |
| ② Curtius転位   | Hofmann転位   | Sandmeyer反応 |
| ③ Curtius転位   | Sandmeyer反応 | Hofmann転位   |
| ④ Sandmeyer反応 | Hofmann転位   | Curtius転位   |
| ⑤ Sandmeyer反応 | Curtius転位   | Hofmann転位   |

Ⅲ-5 分子式 $C_7H_{16}$ で示された鎖状アルカンには、いくつかの異性体が存在する。異性体の数として、最も適切なものはどれか。ただし、鏡像異性体も数に含めるものとする。

- ① 9    ② 10    ③ 11    ④ 12    ⑤ 13

Ⅲ-6 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。

天然に存在するタンパク質の多くは、通常  A  体の立体配置を有している  B  種のアミノ酸から構成されている。こうしたタンパク質の特徴的な立体構造に、 C  構造やらせん型の  $\alpha$ ヘリックス構造が知られており、 D  結合が重要な役割を果たしている。これらはタンパク質の  E  構造と呼ばれている。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	D	40	$\beta$ プリーツシート	アミド	一次
②	D	20	アモルファス	アミド	二次
③	L	20	$\beta$ プリーツシート	アミド	一次
④	L	20	$\beta$ プリーツシート	水素	二次
⑤	L	40	アモルファス	水素	一次

Ⅲ-7 化学反応に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち、不適切な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S<sub>N</sub>2反応は、第三級ハロゲン化アルキルよりも第二級の方が進行しやすく、ラセミ体の生成物を与える。

(E)  $\alpha$ ,  $\beta$ -不飽和カルボニル化合物はMichael付加反応の基質になりえる。

- ① (A) と (B)      ② (A) と (C)      ③ (B) と (D)  
④ (C) と (D)      ⑤ (C) と (E)

Ⅲ－８ 石油並びに天然ガス資源に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① オイルシェールは、未熟成なケロジェンが主体となって頁岩（シェール）中に集積したもので、流動性に優れているので容易に回収できる。
- ② タールサンド（又はオイルサンド）は、原油の軽質分が失われ、アスファルトが主成分となっている。
- ③ タイトオイルとは、孔隙率・浸透率がともに低い岩石から生産される中・軽質油のことで、米国で生産量が急増している。
- ④ シェールガスとは、頁岩（シェール）に残存するガスのことである。水平坑井を掘削し、水圧破砕を行うことで生産される。
- ⑤ 炭層メタン（又はコール・ベッド・メタン）は、石炭の生成過程で生じ、地下の石炭層中又はその近傍の地層中に貯留されたものである。

Ⅲ－９ 石油の物理的性質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石油の比熱容量は組成によってあまり変わらない。
- ② 複雑な混合物である石油は、はっきりした融点を示さない。そこで、一定条件で試料が流動する最低の温度を求めて、これを曇り点と呼ぶ。
- ③ 石油留分の密度は、パラフィンが多いと小さく、ナフテン、芳香族が多いと大きい。また、温度が高くなると石油は膨張し、密度は小さくなる。
- ④ 石油の粘度は、通常、絶対粘度を密度で割った動粘度で表す。
- ⑤ 石油の電気伝導度はきわめて低く、トランスやケーブルなどの絶縁油として用いられる。

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) について次の記述のうち、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は、イソパラフィンと、オレフィン系炭化水素であるブテンやプロピレンの留分であり、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 石油製品の灯油に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち、適切なものの組合せはどれか。

- (A) 灯油は、炭素数 5 ~ 11 を中心とする炭化水素成分で構成される。
- (B) 灯火、厨房用などの家庭用灯油が主として生産されている。
- (C) 石油ストーブのように灯芯を使う燃焼器具では、煙や煤が出ないで燃焼することが求められる。そのためには、芳香族炭化水素が多い方がよい。
- (D) 燃料電池用に供する場合の硫黄分は、0.10 質量分率%以下に規定されている。
- (E) 引火点が 40°C 以上である。このため引火の危険性が少なく、取り扱いが容易である。

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

Ⅲ－12 自動車用エンジンオイルのエンジン内部における作用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 油膜によって酸素や水の付着から部品を守り錆びないようにする防錆作用がある。
- ② 摩擦を減らして部品同士のすべりをよくし、運動効率を高める潤滑作用がある。
- ③ 各部品の運動によって生まれた金属片や異物などのゴミを洗い流す洗浄作用がある。
- ④ ピストンとシリンダー内壁の隙間を埋め、混合気がシリンダー下部に漏れないようにする気密作用がある。
- ⑤ オイルフィルターの熱を奪い、オーバーヒートを防ぐ冷却作用がある。

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 石炭から、直接エネルギーを取り出すのに最もよく用いられる方法は、燃焼させて、発生した熱を利用することである。
- ② 微粉炭燃焼とは、石炭を40ミクロン程度の微粒子に粉砕して燃焼させる方法である。
- ③ 蒸気によりタービンを回して電力に変換する場合には、通常、石炭の元来保有するエネルギーの約40%が電力として回収される。
- ④ 一部の石炭を酸素が無い状態で加熱していくと、約400℃で溶融し始め、450～460℃で再び固化する。この性質を再固化性という。
- ⑤ 一部の石炭は、鉄を作る際のコークスの原料として使えるので、原料炭とも呼ばれる。

Ⅲ-14 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。

高分子の平均分子量を求める方法として光散乱法がある。高分子の希薄溶液にレーザー光を照射し、Aといわれる散乱光強度比の角度依存性及び濃度依存性を測定し、これを分母に濃度を分子とした関数の濃度0への外挿値の傾きからBを、角度0への外挿値の傾きからCを、両者の切片からDが導かれる。高分子の希薄溶液から散乱光を生じるのは、高分子の溶媒分子に対するEが寄与している。

	A	B	C	D	E
①	過剰レイリー比	二乗平均回転半径	第2ビリアル係数	重量平均分子量	過剰分極率
②	過剰レイリー比	二乗平均末端間距離	第3ビリアル係数	重量平均分子量	過剰双極子能率
③	過剰レイリー比	二乗平均回転半径	第3ビリアル係数	重量平均分子量	過剰分極率
④	過剰ブリルアン比	二乗平均末端間距離	第2ビリアル係数	数平均分子量	過剰双極子能率
⑤	過剰ブリルアン比	二乗平均回転半径	第2ビリアル係数	数平均分子量	過剰双極子能率



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。

高分子の重合は、 A と  B に分けられる。 A は重合開始剤より成長活性種を生成し、この活性種のモノマーに対する連鎖的な攻撃により進行し、ビニルモノマーの重合する C と環状モノマーが開環して重合する D がある。 B には E や重付加がある。 A では反応率の低い段階から高分子量の化合物が得られるのに対し、 B では、反応率が高くなってはじめて高分子量のポリマーが生成する。

- |   | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① | 連鎖重合     | 逐次重合     | 重縮合      | 付加重合     | 開環重合     |
| ② | 逐次重合     | 連鎖重合     | 付加重合     | 開環重合     | 重縮合      |
| ③ | 連鎖重合     | 逐次重合     | 開環重合     | 重縮合      | 付加重合     |
| ④ | 逐次重合     | 連鎖重合     | 重縮合      | 付加重合     | 開環重合     |
| ⑤ | 連鎖重合     | 逐次重合     | 付加重合     | 開環重合     | 重縮合      |

Ⅲ-16 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。

A の応力はひずみに比例し、次の式で表される。

$$\sigma = E \gamma$$

ここで、 $\sigma$ 、 $\gamma$ 、 $E$ は、それぞれ、応力、ひずみ、弾性定数である。また、 B の応力はひずみの時間微分（速度）に比例し、ニュートンの法則と呼ばれる次の式で表される。

$$\sigma = \eta \dot{\gamma}$$

ここで、 $\eta$ 、 $\dot{\gamma}$ は、それぞれ、粘度、ひずみの時間微分である。

両者の中間的な性質を持っているものを C といい、高分子の多くはこれにあたる。

高分子に一定ひずみを加えると、その応力は徐々に減少し、これを D という。逆に一定応力を高分子に加えるとそのひずみは徐々に増大し、この現象を E という。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	粘性体	粘弾性体	弾性体	応力緩和	クリープ
②	弾性体	粘性体	粘弾性体	応力緩和	クリープ
③	粘弾性体	弾性体	粘性体	クリープ	応力緩和
④	粘性体	粘弾性体	弾性体	クリープ	応力緩和
⑤	弾性体	粘性体	粘弾性体	クリープ	応力緩和

Ⅲ-17 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。

高分子はその構造により2種に大別できる。一部が結晶で一部が非晶の高分子、すべて非晶の高分子である。非晶部は低温では状態、高温では状態であり、状態から状態への転移をという。状態は運動性が高く、高分子鎖は、分子振動以外に、を行っている。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>
①	結晶性	非晶性	ガラス	ゴム	ガラス転移	ミクロブラウン運動
②	結晶性	非晶性	ゴム	ガラス	ガラス転移	ミクロブラウン運動
③	結晶性	非晶性	ガラス	ゴム	ミクロブラウン運動	ガラス転移
④	非晶性	結晶性	ゴム	ガラス	ミクロブラウン運動	ガラス転移
⑤	非晶性	結晶性	ガラス	ゴム	ミクロブラウン運動	ガラス転移

Ⅲ-18 高分子化学と高分子産業の発展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。

1839年  A  は天然ゴムを加硫すると高温にしてもべたつかない高弾性の物質になることを見出し、後にダンロップの空気入りタイヤの発明につながった。1868年ハイアット兄弟はセルロイドを発明し、1905年  B  は、ベークライトを発明し、今日のプラスチック産業の発展が始まった。一方、1920年ごろから  C  は、セルロースなどが高分子であることを証明し、1953年、ノーベル化学賞が贈られた。1930年代初め、 D  は、ナイロンを発明し、合成繊維産業の基礎を築いた。1950年ごろには高分子化学の基礎が確立し、 E  は、その集大成として”Principles of Polymer Chemistry”を著し、1974年、ノーベル化学賞が贈られた。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	カロザース	フローリー	グッドイヤー	ベークランド	シュタウディング
②	フローリー	グッドイヤー	ベークランド	シュタウディング	カロザース
③	グッドイヤー	ベークランド	シュタウディング	カロザース	フローリー
④	ベークランド	シュタウディング	カロザース	フローリー	グッドイヤー
⑤	シュタウディング	カロザース	フローリー	グッドイヤー	ベークランド

Ⅲ-19 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、不適切な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縮合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、加工性も耐熱性も良く、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、典型的な重縮合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-20 溶融塩電解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。

イオン結晶からなる金属塩を加熱溶融すると、粘度が低く導電率の高いイオンの動きやすい液体になる。適当な電極を用い電圧を加えると、イオンの移動によって電気が流れ、両極で電気化学反応が起こって金属が水溶液電解の場合と同様に析出してくる。これを利用して水溶液から電解析出させることのできない A などの金属や、 B しにくい金属を電解採取したり、あるいは電解精製する製錬法を溶融塩電解という。

溶融塩電解を行ったとき各電極で発生又は析出する物質の量は、水溶液の場合と同じようにファラデーの C の法則が成り立つ。例えば、塩化マグネシウムの溶融塩を単極で電気分解する場合、電流1,000Aを1時間流したとき電流効率が80%なら約 D gのマグネシウムと約 E gの塩素が得られる。(マグネシウムの原子量は24.3, 塩素の原子量は35.5, ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$ とする。)

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
① ナトリウム	水素あるいは炭素で還元	電磁誘導	360	530	
② アルミニウム	水素あるいは炭素で還元	電気分解	720	1,060	
③ アルミニウム	酸素あるいは水で酸化	電気分解	720	2,120	
④ ナトリウム	水素あるいは炭素で還元	電気分解	360	1,060	
⑤ 亜鉛	酸素あるいは水で酸化	電磁誘導	180	180	

Ⅲ-21 リチウムイオン二次電池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。

金属リチウムは、最も ① 卑な（低い） 標準電極電位を持ち、原子量も金属の中では最も ② 小さい ので、電池として $3,860\text{mAhg}^{-1}$ の大きな重量容量密度を持つ。そこで、金属リチウムを負極に用いれば、高エネルギー密度の二次電池が得られる可能性があることから、種々の電池系が提案された。しかし、充放電を繰り返すと、金属リチウムが ③ デンドライト 状に析出しやすくなるなど、充放電効率の低下や安全性に問題があった。このような問題を解決する方法として、負極に ④ 白金，正極に ⑤ コバルト酸リチウム，電解液に有機液体を用いた電池が開発・実用化された。そして、さらに正極，負極，電解質，セパレータ及びその他の構成部材の改善により、低コスト化及び大容量化への開発が進められている。

Ⅲ-22 コロイド状態には分散媒と分散相の組合せで、エアロゾル、フォーム（泡）、エマルジョン（エマルジョン）、サスペンション（サスペンション）があるが、エマルジョン（エマルジョン）に相当する組合せとして、最も適切なものはどれか。

	<u>分散媒</u>	<u>分散相</u>
①	気体	液体
②	液体	気体
③	液体	液体
④	気体	固体
⑤	液体	固体

Ⅲ-23 炭素同素体に関する次の(A)～(E)の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A)  $C_{60}$ 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。
- (B)  $C_{60}$ フラーレンには炭素の六員環と五員環が含まれる。
- (C) 黒鉛の層状構造において面に垂直な方向は金属に近い電気伝導性を示す。
- (D) ダイヤモンドはきわ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。
- (E) ダイヤモンド粉体の合成は、一般的に高温高圧下で行われている。

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

Ⅲ-24 ガラ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 鉛ガラスは屈折率が高くクリスタルガラスに用いられる。
- ② ホウケイ酸塩ガラスは熱膨張率が低く主に強化用ガラス長繊維に用いられる。
- ③ ガラス短繊維の主な用途は建物の断熱材である。
- ④ 我が国で生産されるガラスの大半はソーダ石灰系ガラスである。
- ⑤ ガラスは過冷却液体をガラス転移温度以下に冷却して固体としたものである。



Ⅲ-25 アルミナ（酸化アルミニウム）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 工業的製造はバイヤー法で行われる。
- ② 工業的製造では原料中アルミニウム成分の抽出は硫酸を用いて行われる。
- ③ 工業的製造では中間生成物の水酸化アルミニウムを高温で焼成してアルミナとする。
- ④ 高い電気絶縁性を持ち、集積回路基板に用いられる。
- ⑤ 含まれる不純物によりルビー、サファイア、エメリーとなる。

Ⅲ-26 半導体に関する次の（A）～（E）の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- （A）純粋なケイ素やゲルマニウム等は半導体であり、電気伝導性は温度が増すと低下する。
- （B）不純物半導体にはp型とn型半導体の2種類がある。
- （C）ケイ素にホウ素を添加するとアクセプター準位が形成される。
- （D）ケイ素にリン（P）をドーピングしたものがp型半導体である。
- （E）真性半導体は純物質がそのまま半導体となったものである。

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

Ⅲ-27 伝熱に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 熱伝導によって移動する伝熱量は、伝熱面積と温度勾配に比例する。これをフーリエ (Fourier) の法則という。
- ② 流れている流体と、金属などの固体の間の伝熱に関しては、固体の表面近傍に流れが層流となる薄い層 (境界層, 境膜) が存在し、境膜内の熱移動は熱伝導に支配されると考えられている。
- ③ 対流伝熱では、流体の熱伝導率だけでなく、密度や粘度も伝熱に影響する。
- ④ 理想的な放射伝熱となる黒体表面における射出能から、実在の固体表面における射出能への補正は、放射率  $\varepsilon$  [-] で表される。研磨されたアルミニウムのような光沢面では  $\varepsilon$  の値は小さく 0 に近い値となり、逆に土などは 1 に近い値となる。
- ⑤ 真空中にある 2 つの物体間の放射 (輻射) による伝熱量は、それぞれの物体の温度と 2 物体間の距離だけで決まる。

Ⅲ-28 次の式とその説明の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ① Fanning の式 : 流体が管内を流れるときの、摩擦による圧力損失を与える式
- ② Kozeny-Carman の式 : 流体が固体充填層を流れる際の圧力損失を与える式
- ③ Hagen-Poiseuille の式 : 円管内を流体が層流で流れるときの圧力損失を与える式
- ④ 連続の式 : 流体の運動について質量保存の法則を表した式
- ⑤ Bernoulli の式 : 速度勾配によって生じる運動量の輸送速度は速度勾配に比例することを示した式

Ⅲ-29 流体の特性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

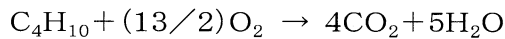
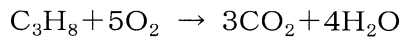
- ① 高濃度高分子水溶液では、剪断速度の増大とともに粘度が増大する擬塑性が発現する。
- ② 密度が一定であれば、非圧縮性流体であるが、非圧縮性流体であれば、必ずしも密度が一定であるとはいえない。
- ③ 降伏応力を有する塑性流体の特性は、非沈降性のスラリーやペイントなどに見られる。
- ④ ニュートン、擬塑性、ダイラタンシーの3特性は、 $\eta = k \dot{\gamma}^{n-1}$ の式のパラメータ  $n$  の値を変えることにより1つの式で表すことができる。
- ⑤ 時間依存性流体の中には、剪断を与える時間とともに粘度が低下するチクソトロピーや、逆に粘度が増大するレオペクシーが発現するものがあり、前者はチクソトロピック流体、後者はレオペクチック流体と呼ばれる。

Ⅲ-30 攪拌槽を幾何学的相似を保って、スケールアップする際、大型攪拌槽での回転数  $n_2$  [s<sup>-1</sup>] が、最も小さくなるのは、スケールアップの前後で次のどの変数量を一定とした場合か、最も適切なものはどれか。

なお、記号の意味は次のとおりである、 $n$  : 翼回転数、 $d$  : 翼直径、 $\mu$  : 粘度、 $g$  : 重力加速度、 $\rho$  : 密度、 $N_p$  : 動力数。

- ① 攪拌レイノルズ数 ;  $\rho n d^2 / \mu$
- ② 翼回転数 ;  $n$
- ③ フルード数 ;  $n^2 d / g$
- ④ 単位容積当たりの消費動力 ;  $N_p \rho n^3 d^2$
- ⑤ 翼先端速度 ;  $\pi n d$

Ⅲ-31 プロパン30.0 vol%, ブタン70.0 vol%の混合ガス1 m<sup>3</sup>に理論空気量の1.15倍の空気を供給し完全燃焼させたとき、水蒸気を除く燃焼ガス量に最も近い値はどれか。混合ガス、燃焼ガスはともに0℃、100kPaの条件下にあり、反応は次の式による。



ただし、空気中の酸素濃度、窒素濃度はそれぞれ21.0 vol%, 79.0 vol%とし、各元素の原子量は、H=1, C=12, O=16とする。

- ① 4 m<sup>3</sup>    ② 26 m<sup>3</sup>    ③ 31 m<sup>3</sup>    ④ 34 m<sup>3</sup>    ⑤ 57 m<sup>3</sup>

Ⅲ-32 結晶の融点は、融解エントロピー $\Delta S_m$ 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メーションは結晶中ではすべてトランス (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、次の式、及び値を用いよ。

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 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
② 1.61 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
③ 9.14 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
④ 13.4 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
⑤ 19.1 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>

Ⅲ-33 内径0.4m, 深さ0.7m, 壁厚さ10mmのジャケット付き攪拌槽に深さ0.4mまで溶液を入れ, 110℃の飽和水蒸気をジャケットに通して加熱する。ただし, ジャケットは側面のみが付いている。

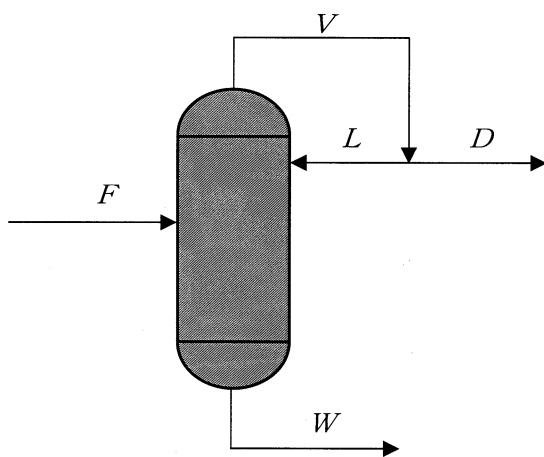
溶液は十分攪拌されているので温度は一様であり, 攪拌槽内溶液温度は30℃である。

総括伝熱係数 ( $U$ ) が  $500\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  であるとき, 時間当たりの入熱量は, 次のどの値に最も近いのか。

ただし,  $1\text{W} = 1\text{Js}^{-1}$  とする。

- ① 5,600  $\text{kJh}^{-1}$
- ② 8,400  $\text{kJh}^{-1}$
- ③ 72,000  $\text{kJh}^{-1}$
- ④ 99,000  $\text{kJh}^{-1}$
- ⑤ 130,000  $\text{kJh}^{-1}$

Ⅲ-34 段型連続蒸留塔において供給流量  $F=180\text{mol s}^{-1}$ , 缶出液流量  $W=80\text{mol s}^{-1}$ , 塔頂からの上昇流量  $V=150\text{mol s}^{-1}$  であった。このとき還流比  $R$  [-] の値として次のうち, 最も適切なものはどれか。



- ① 0.1    ② 0.5    ③ 1.0    ④ 2.0    ⑤ 5.0

Ⅲ－35 1辺4 mの四角形の水槽がある。水槽には底面から高さ100mmの所に内径φ20mmのノズルが付いている。この水槽に水を入れ、そのノズルより排出される水の量を計測したところ10秒間に0.013m<sup>3</sup>であった。このときの水槽の液深として次のうち、最も近い値はどれか。

なお、ノズルから水が流出するときの圧力損失は考慮しないものとし、ノズルからの水の流出速度はトリチェリの定理  $u = (2gH)^{1/2}$  に従うものとする。

$u$  : 流出速度 (単位面積単位時間当たりの排出量) [m s<sup>-1</sup>]

$H$  : ノズル位置からの水面の高さ [m]

$g$  : 重力加速度 9.8m s<sup>-2</sup>

水の密度 : 1,000kg m<sup>-3</sup>

- ① 0.57m    ② 0.67m    ③ 0.77m    ④ 0.87m    ⑤ 0.97m