

【05】化学部門

IV 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。)

IV-1 核磁気共鳴 (NMR) スペクトルに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 一般的なNMRスペクトル測定の内部標準としてテトラメチルシランがよく用いられる。
- ② フッ素 ^{19}F やリン ^{31}P の原子核は核スピンを持たないが、奇数個の陽子を持つ核なので、NMRスペクトル装置で検出できる。
- ③ NMRスペクトルの化学シフト値は「観測されたシグナルと標準物質のシグナルとの振動数差 (Hz)」を「分光器の振動数 (MHz)」で割った値で、単位はppmである。
- ④ ^1H -NMRスペクトルでは、フェニル基プロトンのシグナルはメチル基プロトンのシグナルより低磁場側に出現する。
- ⑤ ^1H -NMRスペクトルでは、ブロモエタンのメチル基プロトンのシグナルは三重線、メチレン基プロトンは四重線として観測される。

IV-2 フェノール類に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ヒドロキノン還元するとベンゾキノンが得られる。
- ② フェノールに3倍モル量以上過剰量の臭素を反応させると、2,4,6-トリブロモフェノールが得られる。
- ③ 天然のビタミンE (α -トコフェロール) はフェノール性ヒドロキシ基を持っている。
- ④ *p*-メチルアニリンから得られるジアゾニウム塩を硝酸銅 (II) 水溶液中で酸化銅 (I) と反応させると、*p*-クレゾールが得られる。
- ⑤ *p*-ニトロフェノールの $\text{p}K_{\text{a}}$ は、*m*-ニトロフェノールの $\text{p}K_{\text{a}}$ より小さい。

IV-3 テルペノイドに関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、正しいものはどれか。

植物から得られる精油は主にテルペノイドと呼ばれる化合物の混合物から成っている。この油から単離される化合物は炭素数5個のAが構成単位となっている。Bは精油の中から大量に見つかった一群の炭素数Cの炭化水素化合物の名称である。テルペノイドは、分子中にカルボニル基やヒドロキシ基などの官能基を持つ誘導体も含む総称である。

テルペノイドは生体内で重要な役割を果たしているものが多い。例えば、 β -カロテン(β -カロチンともいう)は、植物の持つD色素でビタミンAの生物学的前駆体であり、分解生成物レチノールは生体内でEに関する重要な役割を果たす物質11-*cis*-レチナールに誘導される。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	イソペンタン	ミルセン	5個	赤色	精神活動
②	イソプレン	ジテルペン	10個	赤色	嗅覚
③	イソプレン	モノテルペン	5個	緑黄色	痛覚
④	イソペンタン	ミルセン	10個	黄橙色	視覚
⑤	イソプレン	モノテルペン	10個	黄橙色	視覚

IV-4 シクロアルケンの反応に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 1,2-ジメチルシクロペンテンを四酸化オスミウムと反応させたのち、亜硫酸水素ナトリウム水溶液で処理して *trans*-1,2-ジメチル-1,2-シクロペンタンジオールが得られた。
- ② シクロヘキセンから *m*-クロロ過安息香酸との反応でエポキシドを合成し、これを酸性水溶液で処理して *cis*-1,2-シクロヘキサジオールに誘導した。
- ③ シクロヘキセンをトリフルオロ過酢酸との反応でエポキシドを合成し、これを水酸化カリウム水溶液で処理して *trans*-1,2-シクロヘキサジオールに誘導した。
- ④ シクロヘキセンをオゾンと反応させた後に過酸化水素を用いて酸化的に後処理すると、シクロヘキサノンが得られた。
- ⑤ シクロペンテンに臭素を反応させたところ、*cis*-1,2-ジブロモシクロペンタンが主生成物として得られた。

IV-5 ラジカルに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 塩素に紫外線を照射すると塩素-塩素結合が不均一結合開裂（ヘテロリシス）して塩素ラジカルが生成する。
- 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（80℃）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。

IV-6 次の表は、目的化合物と、ケトン類を出発原料とする合成方法を示している。目的化合物の合成を達成できないものはどれか。

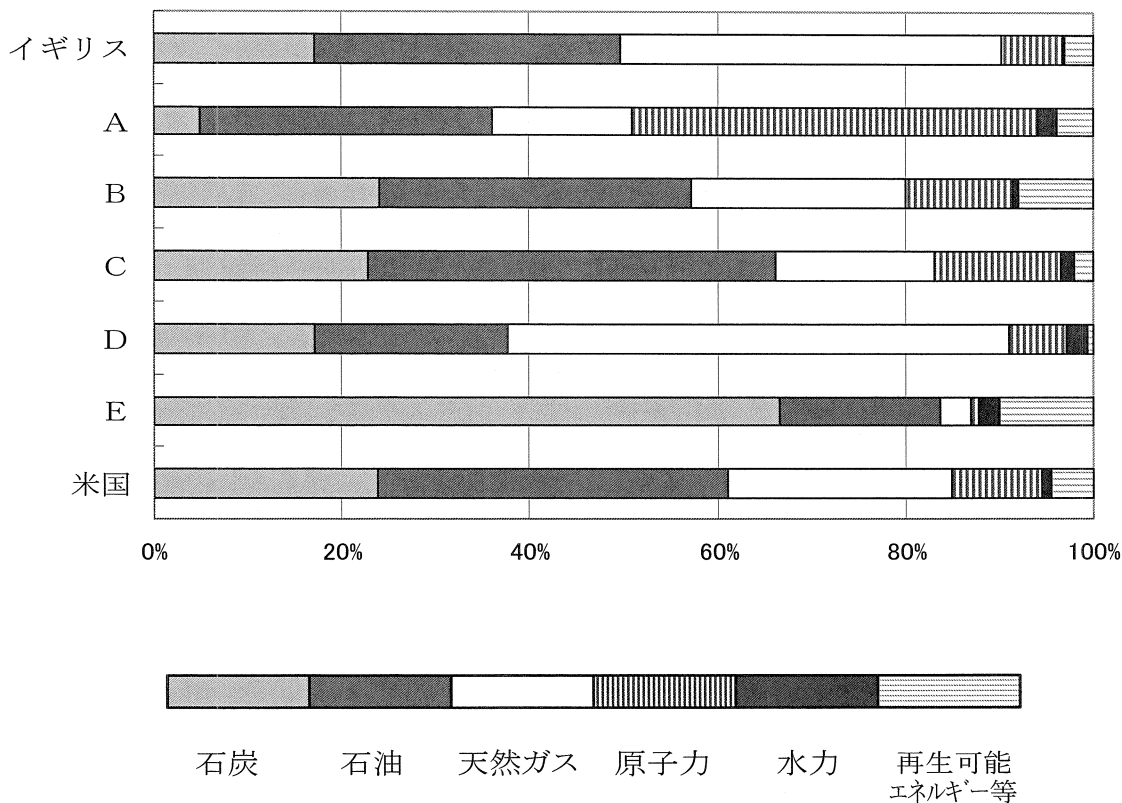
	目的化合物	ケトン類を出発原料とする合成方法
①	メチレンシクロヘキサン	シクロヘキサノンとメチレントリフェニルホスホラン（Wittig試薬）とを反応させる。
②	2-フェニル-2-ブタノール	アセトフェノンと臭化エチルマグネシウムとの反応後、酸性水溶液で処理する。
③	2-フェニル-2-ブタノール	2-ブタノンと臭化フェニルマグネシウムとの反応後、酸性水溶液で処理する。
④	ジシクロヘキシルメタノール	ジシクロヘキシルケトンと水酸化アルミニウムとの反応後、酸性水溶液で処理する。
⑤	α -ブロモアセトフェノン	酢酸中でアセトフェノンと等モル量の臭素と反応させる。

IV-7 水酸化ナトリウム存在下のアセトアルデヒド（ CH_3CHO ）とプロピオンアルデヒド（ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ）との混合アルドール反応で、予想される生成物は何種類になるか。ただし、アルドール反応はエノラートのカルボニル基への付加段階で反応が停止し、脱水が起きていないものとする。また、立体異性体はすべて個別の生成物とする。

- ① 4種類 ② 8種類 ③ 10種類 ④ 12種類 ⑤ 16種類

IV-8 下図は米国、イギリス、中国、ドイツ、日本、フランス、及びロシアの一次エネルギー総供給量をエネルギー源別構成比で表したものである。この図において、日本の一次エネルギー構成比は、A～Eのうちどれか。

一次エネルギーの構成比(石油換算:2008年)



出所：IEA「Energy Balances of OECD Countries 2009」
同「Energy Balances of non-OECD Countries 2009」から作成

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

IV-9 石油の物性に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ノルマルブタンの沸点はイソブタンの沸点より高い。
- ② 石油の比熱は、温度の上昇とともに大きくなる。
- ③ 純炭化水素の融点は、炭素数が多いほど高くなる。
- ④ 動粘度は、絶対粘度と密度の積である。
- ⑤ ベンゼンの総発熱量（重量当たり）は、ノルマルヘキサンのそれより小さい。

IV-10 石油の精製プロセスに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 常圧蒸留装置は、原油を常圧にて蒸留し、LPG、ナフサ、灯油、軽油、常圧残油などの各留分に分ける装置である。
- ② 接触改質装置で副生する多量の水素は、水素化精製プロセスの原料や製油所内の燃料として用いられる。
- ③ 接触分解装置では、石油の重質留分を触媒を用いて分解し、高オクタン価のガソリン基材を得るが、このプロセスに必要な熱は大型加熱炉により供給される。
- ④ 水素化分解法は、軽質ガスや炭素の生成が少なく、原料に対する液状製品の容積収率は100 %を超えることがある。
- ⑤ 減圧蒸留装置は、常圧残油のように沸点が高く、気化する温度まで上げると分解を起こすような液体の分離に適用する。

IV-11 石油製品に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 自動車ガソリンのアンチノック性はオクタン価で評価される。一般的に芳香族系炭化水素のオクタン価は高く、ほとんどのものが100以上を示す。
- ② 灯油の燃焼性は煙点によって評価される。灯油中に芳香族炭化水素が多いほど煙点は高くなる。
- ③ 軽油の自己着火性の指標であるセタン価（セタン指数）は、一般的に芳香族系炭化水素よりパラフィン系炭化水素の方が高い。
- ④ 重油は、動粘度によって1種（A重油）、2種（B重油）、3種（C重油）に分類されている。
- ⑤ 石油アスファルトには、ストレートアスファルトとブローンアスファルトがある。

IV-12 潤滑油に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 自動車用エンジン油でSLやSMの表示は、エンジン油の性能（品質）を定めたAPI※サービス分類の等級を示している。

※ API : American Petroleum Institute 米国石油協会

- ② 自動車用変速機に使用するATフルード（Automatic Transmission Fluid）は、無段変速機搭載車に使用される。
- ③ タービン油は、発電用タービンの軸受をはじめ、ターボブロワー等の高速回転機器の軸受などに主に使用されている。
- ④ 冷凍機油は、冷凍機のコンプレッサーの潤滑油であり、機能的には圧縮機油と同じであるが、圧縮される冷媒が状態変化するため、特殊な性能が必要とされる。
- ⑤ 電気絶縁油は、変圧器、コンデンサーなど電気機器の絶縁及び冷却の役割を果たすもので、鉱油以外に合成油も多く使用されている。

IV-13 石炭に関する次の記述のうち、誤っているものどれか。

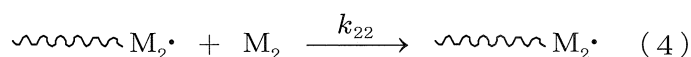
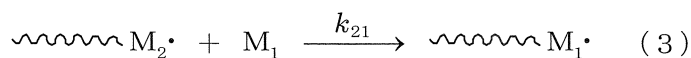
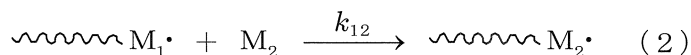
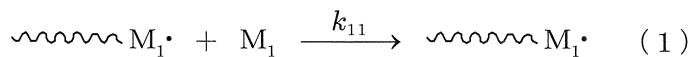
- ① 石炭は、石炭化の進んだものから、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭に分類される。
- ② 無煙炭は、発熱量や着火点が高く、非粘結性である。
- ③ 瀝青炭は、主に製鉄用コークス原料用に使用され、粘結性である。
- ④ 亜瀝青炭は、瀝青炭よりも炭素含有量が少なく、非粘結性ないし弱粘結性である。
- ⑤ 褐炭は、燃料比（固定炭素／揮発分）が小さく、粘結性である。

IV-14 次の(A)～(E)の試薬を用いた重縮合・重付加のうち、ポリ尿素が得られるものとポリイミドが得られ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
- (B) ヘキサメチレンジアミンとヘキサメチレンジイソシアナート
- (C) テトラメチレングリコールとヘキサメチレンジイソシアナート
- (D) *p*-フェニレンジアミンと無水ピロメリット酸
- (E) *p*-フェニレンジアミンとテレフタル酸ジクロリド

- ① A, C ② A, E ③ B, D ④ B, E ⑤ C, D

IV-15 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。

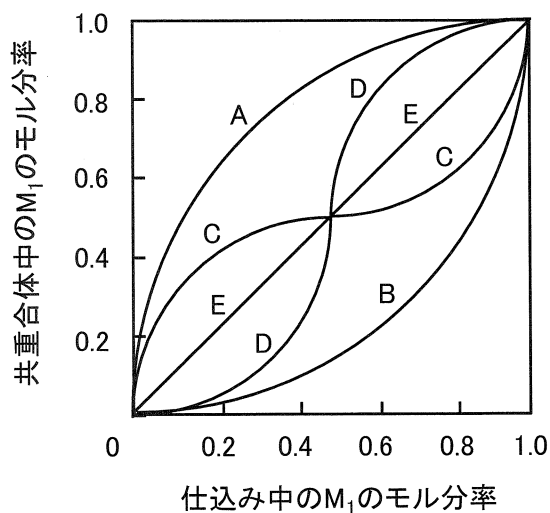


$$\frac{d[M_1]}{d[M_2]} = \frac{[M_1]}{[M_2]} \frac{r_1 \frac{[M_1]}{[M_2]} + 1}{r_2 + \frac{[M_1]}{[M_2]}} \quad (5)$$

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。

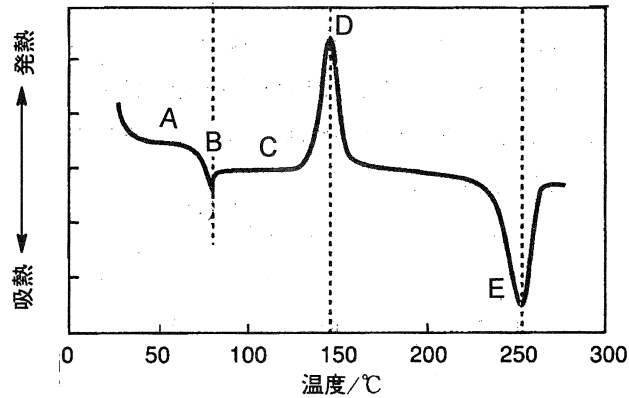
- ① $r_1 > 1$, $r_2 < 1$
- ② $r_1 = 1$, $r_2 < 1$
- ③ $r_1 = 1$, $r_2 = 1$
- ④ $r_1 < 1$, $r_2 > 1$
- ⑤ $r_1 > 1$, $r_2 > 1$



IV-16 ポリエチレンに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① チーグラール触媒や酸化クロム系触媒を用いたエチレンの重合により、高密度ポリエチレンが得られる。
- ② 重合開始剤として酸素又は過酸化物を用いたエチレンの重合により、低密度ポリエチレンが得られる。
- ③ 高密度ポリエチレンは、低密度ポリエチレンよりも高圧で合成される。
- ④ 高密度ポリエチレンは、低密度ポリエチレンよりも融点が高く、耐熱性、剛性、機械的強度が大きい。
- ⑤ 低密度ポリエチレンは、柔軟で、低温でも硬化しにくく、耐薬品性、電気絶縁性も優れている。

IV-17 結晶化度0%のポリエチレンテレフタレート（PET）を室温から280℃まで、一定速度で昇温させた場合の示差走査熱量（DSC）測定結果（下図参照）に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、正しいものはどれか。ここで、図中のA～Eは、設問中のA～Eに対応する。



まず、 A 状態のPETを室温から昇温していき、試料の温度が B に到達すると、高分子の分子運動が増大し、 A 状態から C 状態へ変化した。さらに昇温を続けると、発熱ピークが出現した。これは D に起因する。その後、ある温度に到達すると E による吸熱ピークが出現し、エンタルピーが急激に増加した。

- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① | ガラス | ガラス転移点 | 液晶 | 結晶化 | 分解 |
| ② | 非晶 | 結晶化温度 | 結晶 | 一次転移 | 融解 |
| ③ | 結晶 | 融点 | ガラス | ガラス転移 | 分解 |
| ④ | ガラス | ガラス転移点 | 過冷却液体 | 結晶化 | 融解 |
| ⑤ | 結晶 | 二次転移点 | 液晶 | 一次転移 | 分解 |

IV-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正しいものはどれか。

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

IV-19 液晶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) 液晶高分子は、メソゲンのつながり方により、主鎖型、側鎖型、及び複合型に分類される。

(B) リオトロピック液晶高分子は、溶液中で液晶性を発現し、高強度ファイバーの開発に適している。

(C) ポリアリラート（ポリアリレート）の多くは融点が高いので、芳香環への置換基の導入や芳香環間への屈曲性スペーサーの導入などにより融点を低下させて、サーモトロピック液晶高分子として用いられる。

(D) 全芳香族ポリアミドは、主としてサーモトロピック液晶高分子として利用する。

(E) コンピューターやテレビの表示材料の多くはリオトロピック液晶高分子である。

- ① A, B ② A, C ③ B, D ④ B, E ⑤ D, E

IV-20 熔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、正しいものはどれか。

イオン結晶からなる金属塩を加熱熔融すると、粘度が低く導電率の高いイオンの動き易い液体になる。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熔融塩電解という。

熔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熔融塩を単極で電気分解する場合、電流1,000 A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 9.65×10^4 C/molとする。)

	A	B	C	D	E
①	ナトリウム	水素あるいは炭素で還元	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	誘導	180	180

IV-21 フッ素，塩素，臭素，ヨウ素に関する次の(A)～(E)の記述のうち，正しいものの組合せはどれか。

- (A) 25 °C ， 1 bar (10⁵ Pa) ではどれも気体である。
- (B) 電気陰性度はフッ素が最も小さい。
- (C) フッ素と塩素は電解法で，臭素とヨウ素は塩素での酸化法で製造する。
- (D) フッ素は，フッ酸として多く使用されるが，フッ酸は毒性が強く腐食性がある。
- (E) どれも工業的に生産されるが，塩素の生産量が最も多い。

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

IV-22 薄膜形成技術の1つにPVD (物理 (的) 堆積法) 技術がある。次の記述のうち，誤っているものはどれか。

- ① 真空蒸着法は，原料物質を加熱して蒸発させ，基板表面で凝結，固化させ薄膜にする方法である。
- ② 分子線エピタキシー法 (MBE) は，薄膜を構成する元素を含む原料をガス状にして輸送し，気相あるいは基板表面での反応を利用して薄膜を堆積させる方法である。
- ③ 電子ビーム蒸着法は，蒸発原料の加熱を電子ビームを照射することにより行う真空蒸着法である。
- ④ イオンプレーティング法は，真空蒸着装置に低圧のガスを導入し，プラズマを発生させて蒸発源から蒸発した原料をイオン化して蒸着する方法である。
- ⑤ スパッタリング法は，大きな運動量を持った原子や分子が固体に衝突したときに運動量交換により固体原子が表面から飛び出す現象を利用した方法である。

IV-23 次のうち、建材用コンクリートの耐久性として主要な問題となる項目に該当しないものはどれか。

- ① 凍害 ② 塩害 ③ 耐スポーリング性
- ④ 炭酸化 ⑤ アルカリ骨材反応

IV-24 工業材料として利用されているセラミックスの大半は焼結体として使用されている。焼結法を大きく分けると無加圧焼結法と加圧焼結法に大別されるが、無加圧焼結と比べた加圧焼結の一種であるホットプレス焼結の特徴に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 焼結時に型が不可欠なので、焼結体の形状が制限されたり、量産性が劣ることがある。
- ② 特定方位に粒子が配向するので、結晶異方性を利用して材料特性を高めるのに有利な場合がある。
- ③ 焼結性が高いので、焼結助剤の低減や無添加焼結が可能となり、より純度の高い焼結体が得られる。
- ④ 大きい焼結体を作成する場合、型の強度の確保が問題であるほかに、油圧プレスの大形化も必要となる場合がある。
- ⑤ 低温で高密度焼結体を得られるが、粒成長は抑制できない。

IV-25 日本のソーダ工業に関する次の記述の下線部分のうち、不適切なものはどれか。

ソーダ工業は、塩を原料に、幅広い産業分野の原料・副原料、反応剤などに使われる化学薬品を製造する工業で、基礎素材産業の1つである。日本におけるソーダ工業は、塩水を電気分解して、① か性ソーダ (NaOH)、② 塩素、③ 塩化水素を製造する「電解ソーダ工業」と、同じく塩を原料に、④ 炭酸ガスや⑤ アンモニアガスを反応させてソーダ灰を製造する「ソーダ灰工業」とから成り立っている。

電解ソーダ工業の特徴は、塩水の電気分解によって、① か性ソーダ (NaOH)、② 塩素、③ 塩化水素という全く性質の異なる製品が、常に一定の比率で製造されること、特に、需要分野の違う、① か性ソーダ (NaOH)と② 塩素、両製品の需給バランスを常に考慮しながら操業することから、別名「バランス産業」とも言われている。さらに、電解ソーダ工業の主要な原料である塩と電気において、塩がすべて海外から輸入されること及び、電力が、製造コストの約3割を占めることも特徴の1つである。

IV-26 無機材料の中で電子機能や光機能の材料機能を持ったものが数多く開発されている。次の効果又は性質の名称と応用例の組合せのうち、誤っているものはどれか。

- ① 熱電効果・体温利用腕時計バッテリー
- ② 圧電効果・圧電アクチュエータ
- ③ 焦電性・赤外線センサー
- ④ マイスナー効果・超音波探傷機
- ⑤ PTC (Positive Temperature Coefficient) 効果・ヒータ材料

IV-27 二酸化炭素の吸収分離に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、正しいものはどれか。

化学吸収法は、二酸化炭素を反応吸収する A などの B の溶液を用いて、二酸化炭素を分離・回収する手法である。吸収した溶液を C して二酸化炭素を分離する。

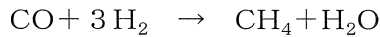
物理吸収法は、 D で E やポリエチレングリコール等の吸収液に二酸化炭素を物理的に吸収させ、分離・回収する手法である。

- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|---|------------|----------|----------|----------|------------|
| ① | モノエタノールアミン | アルカリ性 | 加熱 | 高圧 | メタノール |
| ② | メタノール | 中性 | 加熱 | 常圧 | モノエタノールアミン |
| ③ | モノエタノールアミン | アルカリ性 | 減圧 | 高圧 | 熱炭酸カリウム |
| ④ | 熱炭酸カリウム | 弱アルカリ性 | 減圧 | 常圧 | エタノール |
| ⑤ | メタノール | 中性 | 減圧 | 高温 | エタノール |

IV-28 1 bar (10^5 Pa) , 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 (volppm) に最も近い値はどれか。ただし、気体定数 $R=0.083 \text{ L}\cdot\text{bar}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$, 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 ② 67 ③ 249 ④ 747 ⑤ 22,400

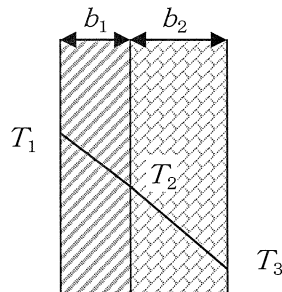
IV-29 水素30 mol%, 一酸化炭素10 mol%, メタン40 mol%, 水蒸気20 mol%からなる混合ガスを原料として、毎時200 kmolを反応器に供給して以下の反応を行わせる。



反応器出口の一酸化炭素の反応率は0.8であった。この反応器出口のガスを、操作圧力0.1 MPaで温度60 °Cまで冷却して、水蒸気を凝縮分離した。冷却器出口のガスの流量 [$\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$]はいくらか。ただし、60 °Cの水の蒸気圧は、0.02 MPaである。

- ① 114 ② 140 ③ 168 ④ 180 ⑤ 200

IV-30 2種類の材料から構成される炉壁がある。内側は厚さ $b_1=10$ mmの耐火レンガで熱伝導率は $k_1=0.90 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, 外側は厚さ $b_2=20$ mmの断熱レンガで熱伝導率は $k_2=0.12 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ である。炉壁の内外表面温度がそれぞれ $T_1=1,200$ K, $T_3=350$ Kの場合、レンガの接触面温度 T_2 に最も近いものは次のうちどれか。



- ① 403 K ② 917 K ③ 1,100 K ④ 1,150 K ⑤ 1,180 K

IV-31 深さ1 mの容器に、水が満液にしてある。容器の側面の深さ90 cmのところに、

【ア】直径20 mmの孔 と【イ】直径10 mmの孔 があいている。また、深さ45 cmのところに、【ウ】直径20 mmの孔 と【エ】直径10 mmの孔 があいている。次の(A)~(D)の記述のうち、誤っているものの組合せはどれか。

ただし、孔からの流速はトリチェリーの定理 $u = \sqrt{2gh}$ が成り立つとする。 u は流速、 h は液深さ、 g は重力の加速度である。

(A) 【ア】と【イ】では、ほぼ同じ流速である。

(B) 【イ】と【ウ】では、ほぼ同じ流量である。

(C) レイノルズ数が最も大きいのは、【ア】である。

(D) エタノールで満液にすると、どの孔でも水の時よりも流速が遅くなる。

- ① A, C ② B, D ③ A, D ④ B, C ⑤ C, D

IV-32 1次反応で崩壊するヨウ素131の半減期は8日である。ヨウ素131に基づく放射能の量が100万ベクレル (Bq) であった。放射能の量が1,000ベクレル (Bq) になるには、おおよそ何日かかるか。

ただし、 $\text{Log}_{10} 2 = 0.301$ である。

- ① 27日 ② 80日 ③ 250日 ④ 2,400日 ⑤ 8,000日

IV-33 ジアミンとジカルボン酸から高重合度のポリアミドを合成するためには、反応度 (p) を 1 に近づけることが必要である。また、両モノマーのモル比を正確に 1 : 1 にすることも必要であり、モル比が 1 : 1 からずれると、到達する平均重合度が低下する。言い換えれば、両モノマーの仕込みモル比を調節することにより、得られるポリアミドの平均重合度を制御することができる。モノマー A の仕込みモル量 (N_A) がモノマー B の仕込みモル量 (N_B) より少ない ($N_A < N_B$) 場合、反応度が p になったときに達し得る数平均重合度 (P_n) は次式で表される。

$$P_n = \frac{1+r}{2r(1-p) + (1-r)} \quad (\text{ただし } r = N_A/N_B)$$

アジピン酸をヘキサメチレンジアミンよりも 0.5 モル% 少なく仕込んで反応度が 1 になるまで熔融重縮合を行った場合に達し得る数平均重合度に最も近い値はどれか。

- ① 20 ② 40 ③ 200 ④ 400 ⑤ 4000

IV-34 95 °C, 1 atm (0.1013 MPa) において、ベンゼンとトルエンの混合物が気液平衡の状態になっている。ベンゼンの液相中のモル分率はおおよそいくらか。

ただし、この系の気液平衡は下記のラウールの法則に従うものとし、95 °C のベンゼン、トルエンの蒸気圧はそれぞれ、1,177 mmHg (0.1569 MPa) , 477 mmHg (0.0636 MPa) とする。

$$\text{ラウールの法則: } \pi \times y_i = P_i \times x_i$$

π : 平衡圧 (全圧)

x_i, y_i : 成分 i の液相, 気相中のモル分率

P_i : 平衡温度における成分 i の蒸気圧

- ① 0.25 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.63 ⑤ 0.68

IV-35 発電容量が5,000 kWで、圧力1.6 MPaの水蒸気を毎時10 ton発生するコージェネレーション発電装置がある。この装置は総発熱量（高位発熱量）10,700 kcal/Nm³の都市ガスを燃料として用い、供給ボイラー水を20 °Cで供給する。1時間あたりに必要な都市ガスの量 [Nm³] はおおよそいくらか。ただし、総合熱効率は73 %である。また、20 °Cの水及び圧力1.6 MPaの水蒸気のエンタルピーはそれぞれ20 kcal/kg, 667 kcal/kgとする。1 kW=860 kcal/hである。

- ① 550 ② 830 ③ 1,010 ④ 1,380 ⑤ 33,000