

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 還元剤である水素化アルミニウムリチウム (LiAlH_4 ; LAH) と水素化ホウ素ナトリウム (NaBH_4) に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① LAHは NaBH_4 よりも穏和な還元剤である。
- ② NaBH_4 はいかなる条件でもカルボン酸を還元できない。
- ③ LAHによる還元は、水やアルコール中で行うことができる。
- ④ LAHはカルボン酸とエステルを第一級アルコールに還元する。
- ⑤ NaBH_4 はアルデヒドとケトンを還元できない。

Ⅲ－2 ハロゲン化アリール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。

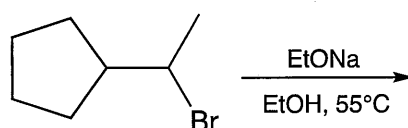
クロロベンゼンは水酸化ナトリウム水溶液中で数日間加熱しても、フェノールにはならず、Aに対して不活性である。一方、1-クロロ-2-ニトロベンゼンは炭酸水素ナトリウム水溶液中で加熱すると、2-ニトロフェノールとなる。この反応はBで進行し、電子が非局在化されたCを中間体に生成する。この過程をDという。

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
① 付加反応	脱離—付加機構	カルボカチオン	芳香族求電子置換反応
② 置換反応	脱離—付加機構	ベンザイン	芳香族求核置換反応
③ 置換反応	付加—脱離機構	カルボアニオン	芳香族求核置換反応
④ 置換反応	ラジカル反応	ラジカル	ラジカル置換反応
⑤ 付加反応	付加—脱離機構	アレーニウムイオン	芳香族求電子置換反応

Ⅲ－３ ベンゼンを出発物質として、４－アミノベンゼンスルホン酸（スルファニル酸）を合成する場合、どのような順番で合成したら良いか。次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

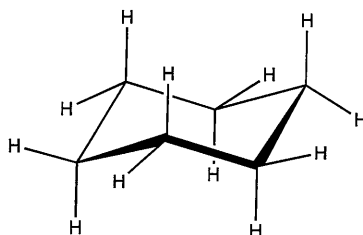
- ① まずベンゼンを濃硝酸と濃硫酸の混酸でニトロ化してニトロベンゼンとする。次いでニトロ基をBéchamp還元してアニリンとする。生じたアニリンを濃硫酸によってスルホン化して目的物質である４－アミノベンゼンスルホン酸（スルファニル酸）を得る。
- ② まずベンゼンを濃硫酸によってスルホン化してベンゼンスルホン酸とする。次いでベンゼンスルホン酸を濃硝酸と濃塩酸の混酸でニトロ化して、４－ニトロベンゼンスルホン酸とする。得られた４－ニトロベンゼンスルホン酸を還元して、４－アミノベンゼンスルホン酸（スルファニル酸）とする。
- ③ まずベンゼンに塩化プロパノイルをFriedel-Craftsアシル化反応によってエチルフェニルケトンとし、これをWolff-Kishner還元して、４－アミノベンゼンスルホン酸（スルファニル酸）とする。
- ④ まずベンゼンを FeBr_3 のようなLewis酸存在下臭素と反応させてプロモベンゼンとし、アンモニアによってアニリンとする。アニリンに塩化スルホニルを反応させて４－アミノベンゼンスルホン酸（スルファニル酸）を得る。
- ⑤ ベンゼンから４－アミノベンゼンスルホン酸（スルファニル酸）は合成できない。

Ⅲ－４ １－ブロモエチルシクロペンタンの脱ハロゲン化水素を行ったところ、ある生成物を得た。主生成物として、最も適切な構造式はどれか。



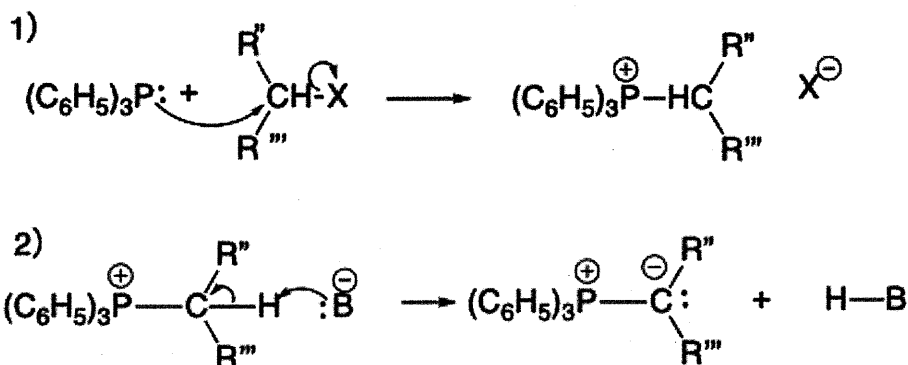
- ① C=CC1CCCC1
- ② CC=CC1CCCC1
- ③ CCC1=CCCC1
- ④ CC(C)C1CCCC1
- ⑤ CCC1C=CCCC1

Ⅲ－５ シクロヘキサンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



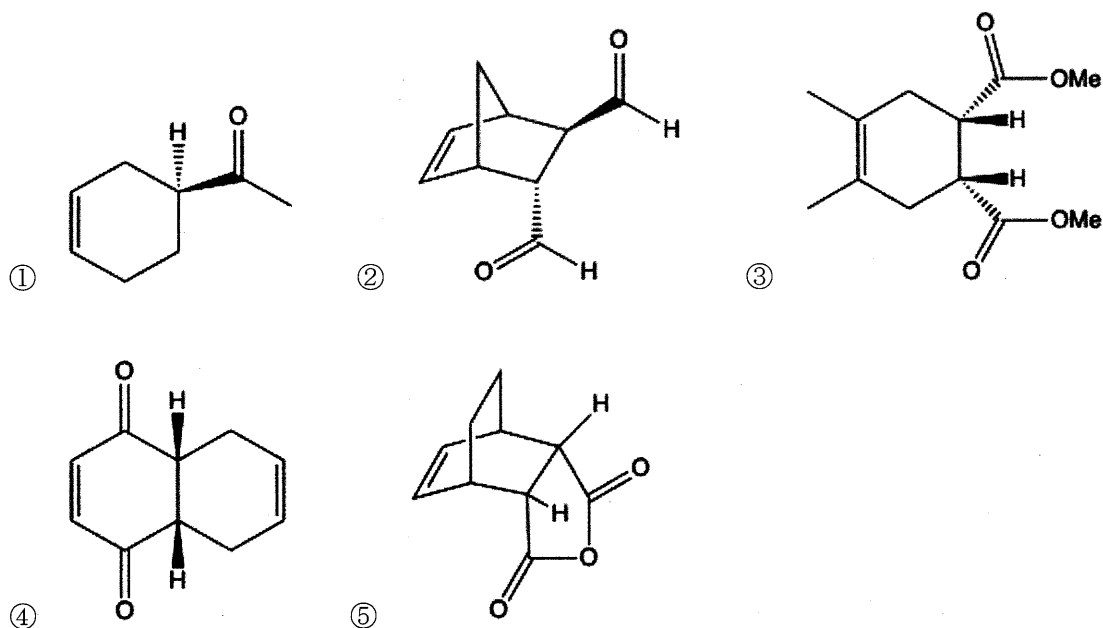
- ① シクロヘキサンのいす形配座でのアキシアル結合は平均的平面に垂直である。アキシアル結合はシクロヘキサン環の上下の面にそれぞれ3つあり、その向きは交互に上向きと下向きになっている。
- ② シクロヘキサンのいす形配座でのエクアトリアル結合は環の周囲から外に広がっている。エクアトリアル結合は交互にわずかに上と下を向いている。
- ③ シクロヘキサンの最も安定な立体配座は、いす形配座である。
- ④ シクロヘキサンが2つのいす形配座間の変換（環反転）を起こすと、アキシアル結合がすべてエクアトリアル結合に、エクアトリアル結合がすべてアキシアル結合になる。
- ⑤ シクロヘキサン環を反転している間に現れる舟形配座は、立体配座のうち最も不安定である。

Ⅲ－6 以下の２段階の反応機構で表される有機合成反応がある。この反応について、１段階目の反応形式名、２段階目の生成物の一般名、２段階目の反応形式名、さらに２段階目の生成物を用いて行う有機合成の反応名で、最も適切なものはどれか。



- ① 求核置換反応，イミン，酸塩基反応，Mannich反応
- ② 求電子置換反応，リンイリド，酸塩基反応，Wittig反応
- ③ 求電子置換反応，エナミン，酸化還元反応，Gabriel合成
- ④ 求核置換反応，リンイリド，酸塩基反応，Wittig反応
- ⑤ 求電子付加反応，イミド，加水分解，Stork反応

Ⅲ－7 s-cis-2,3-ジメチル-1,3-ブタジエンと (Z)-2-ブテン二酸ジメチル (マレイン酸ジメチル) とのDiels-Alder反応で予想される生成物として、最も適切なものはどれか。



Ⅲ－８ 我が国のエネルギーに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 1960年度の我が国のエネルギー自給率※は、石炭等の国産エネルギーで50%を超えていたが、その後、輸入エネルギーである石油への燃料転換が進み、大幅に低下した。しかし2015年度以降は、再生可能エネルギーの導入や原子力発電所の再稼働により、再び50%超を維持している。
- ② 我が国は、二度のオイルショックの経験から、原油輸入先の多角化を図ってきた。これにより1967年度に90%を超えていた中東依存度は、1987年度に約70%まで低下した。しかし中国や東南アジア諸国での原油需要の増加に伴い、これらの地域からの輸入が減少したことに加え、ロシアからの輸入減少もあり再び中東依存度は上昇傾向にある。
- ③ 我が国では新潟県や千葉県、北海道で天然ガスが産出するが、需要に比べ産出量は僅かであるため、LNG（液化天然ガス）の輸入に頼っている。LNGの主な輸入国は、UAEやサウジアラビアであり、原油と同様に中東依存率が高い状況にある。
- ④ 石炭は、かつて我が国の火力発電の重要なエネルギー源であったが、過去10年では利用の減少が続いている。2023年度の我が国の発電電力量のうち、石炭火力発電の占める割合は10%を下回った。
- ⑤ 我が国で利用されているバイオマスエネルギーは、廃棄物の焼却による発電が主であり、製紙業からの黒液、製材業からの廃材や木くず、家庭ごみが主な原料である。過去10年の利用は増えており、2023年度の我が国の発電電力量のうち、バイオマス発電の占める割合は10%を超え、水力を上回り非化石エネルギーの中では最大となった。

※ エネルギー自給率：一次エネルギーのうち、自国内で確保できる割合をいう。

Ⅲ－９ 石油精製における接触改質とは、オクタン価の低い直留ナフサからオクタン価の高い改質ガソリン（リフォーマート）を得るプロセスをいう。接触改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 リフォーマートにはベンゼンが多く含まれるため、我が国では蒸留塔でリフォーマート中のベンゼン留分を取り除き、ガソリン中の含有量を１％未満にしている。
- ② 接触改質では、六員環ナフテンの脱水素だけではなく、多数の反応が逐次的、併発的に起こりオクタン価を高める。
- ③ 接触改質では、触媒上に炭素質（コーク）が析出するため、触媒再生が必要である。運転を継続しながら触媒を再生するプロセスは開発されておらず、効果的な運転のためには、６～１２か月ごとに運転を停止し、触媒を再生する必要がある。
- ④ 触媒の活性を損なういくつかの触媒毒が存在する。硫黄化合物、窒素化合物、水分、ヒ素、水銀、鉛、銅などが挙げられる。
- ⑤ 触媒上に析出するコークは、反応の中間体である不飽和炭化水素が重縮合して生成するものと考えられ、高温、低圧、低い水素循環比において析出が著しい。このため接触改質操作は、主反応である脱水素にとって不利な水素加圧下で行われる。

Ⅲ－１０ 自動車ガソリンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 主に炭素数４～１０の炭化水素成分で構成されており、必要に応じて各種添加剤が加えられている。要求される主な性能はアンチノック性、車両運転性（蒸留特性、蒸気圧）、酸化安定性などである。
- ② ガソリンの蒸留範囲は－３０～＋２００℃程度で、１０％留出温度（蒸留するときその１０％が留出する温度）はガソリンエンジンの始動性と関係があり、高すぎると低温での始動性が悪化する。逆に低すぎると高温時にベーパーロックが起こりやすい。
- ③ ５０％留出温度は加速性・暖気性と関係があり、高すぎると加速に時間がかかるほか、エンジン始動時の暖気性に影響する。
- ④ ９０％留出温度は潤滑油への希釈や出力と関係がある。高すぎると潤滑油の希釈を起こしやすく、逆に低すぎると出力低下を起こす。
- ⑤ ガソリンの蒸気圧が高すぎると、夏季の高温時にライン中でベーパーロックが発生し、アイドリング不良や加速性不良の原因となる。逆に蒸気圧が低すぎると、冬季の低温時にガソリンの蒸気が生成しにくくなり、始動性に影響を与える。

Ⅲ－11 温室効果ガス削減のため、電動化や水素燃料の導入が難しい航空機については、SAF※¹の導入が進められている。ASTM規格※²で認証されたSAFの製造技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① エステルや脂肪酸の水素化処理による合成パラフィニックケロシン (Synthesized paraffinic kerosene from hydroprocessed esters and fatty acids) : 主な原料は廃食油、動植物油脂といった生物系油脂。これらを水素化処理によってジェット燃料化する。
- ② 発酵糖の水素化処理による合成イソパラフィン (Synthesized iso-paraffins from hydroprocessed fermented sugars) : 主な原料はサトウキビのようなバイオマス糖。これらを発酵技術により炭化水素に転換し、水素化処理によってジェット燃料化する。
- ③ 非化石資源由来芳香族のアルキル化による合成ケロシン (Synthesized kerosene with aromatics derived by alkylation of light aromatics from non-petroleum sources) : 非石油由来の芳香族が原料。芳香族をアルキル化し、ジェット燃料化する。
- ④ アルコールを原料とした合成パラフィニックケロシン (Alcohol-to-jet synthetic paraffinic kerosene) : バイオマス糖、バイオイソブタノール、バイオエタノールをエチレンへ転換後、重合しバイオジェット燃料とする。
- ⑤ 流動接触分解法による合成パラフィニックケロシン (Synthesized paraffinic kerosene from fluid catalytic cracking) : 主な原料は木質バイオマスや都市ゴミなど有機物全般。この方法で得られた炭化水素に水素化処理を行い、ジェット燃料化する。

※1 SAF : 持続可能な航空燃料。(Sustainable Aviation Fuel)

※2 ASTM規格 : 米国の標準化団体である米国試験材料協会 (ASTM International) が策定、発行する規格。

Ⅲ－12 我が国では、水素の輸送方法の1つである有機ハイドライド輸送の実証実験が進められている。有機ハイドライド輸送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。

有機ハイドライド輸送は、芳香族系有機化合物を水素キャリアとして用いるものである。常圧状態に比べて体積は A 程度となり、また液体化するためケミカルタンカーやケミカルローリーを用いることができる。

いくつかの系のうち、我が国では安全性や利便性などの点から B － C 系の実用化が進められている。ともに汎用化学品であり、既存の社会インフラが利用可能であるためである。水素製造地において、 C を水素化して B とし輸送する。需要地で B を脱水素化し、 C は水素製造地に戻される。

水素付加（水素化）は D 反応であり、水素脱離（脱水素化）は E 反応である。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	5分の1	メチルシクロヘキサン	トルエン	発熱	吸熱
②	5分の1	シクロヘキサン	ベンゼン	吸熱	発熱
③	500分の1	シクロヘキサン	ベンゼン	発熱	吸熱
④	500分の1	メチルシクロヘキサン	トルエン	発熱	吸熱
⑤	500分の1	メチルシクロヘキサン	トルエン	吸熱	発熱

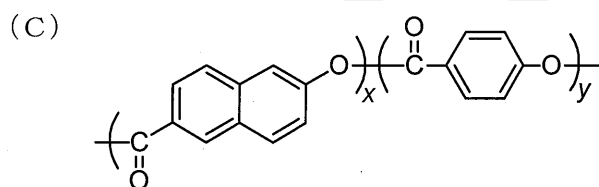
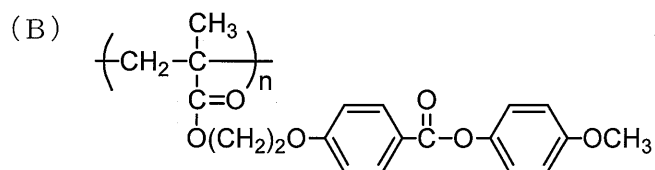
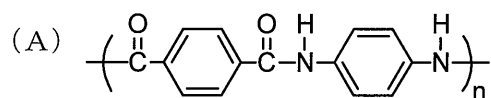
Ⅲ－13 潤滑油添加剤の機能に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 清浄分散剤：リン酸を油中に分散し金属面を清浄に保つ。スラッジやデポジットの前駆体を可溶化する。
- ② 酸化防止剤：油の酸化を防止するほか、金属とキレートをつくり、金属イオンが酸化の触媒となることを防ぐ。
- ③ 粘度指数向上剤：温度変化に伴う油の粘度変化を大きくし、粘度指数を改善する。
- ④ 流動点降下剤：油中の水分と結合し流動点を下げる。
- ⑤ 極圧添加剤：境界潤滑時において金属の接触部分と反応して金属塩を生成し、融点を変化させ、せん断力を大きくする。

Ⅲ－14 石炭に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 石炭は、目的に応じて特性値や用途などによって分類されているが、分類方式は国によっても種々異なり、一様ではない。
- ② 工業分析において、炭素分、水分、揮発分、灰分の百分率の合計を固定炭素という。
- ③ 石炭の工業分析のうち、揮発分（％）を固定炭素（％）で割った値を燃料比という。
- ④ 褐炭の石炭化度は、無煙炭の石炭化度より高い。
- ⑤ 無煙炭の石炭化度は、れき青炭の石炭化度より低い。

Ⅲ－15 次の (A) ～ (C) の液晶性高分子に関する①～⑤の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① (C) は非直線性分子を結合することで融点が下がるように工夫されている。
- ② (B) は側鎖型液晶ポリマーに分類される。
- ③ (A) は溶液中で液晶性を発現し、高強度・高弾性率の繊維として用いられる。
- ④ (C) は主鎖型液晶ポリマーに分類される。
- ⑤ (A) はサーモトロピック液晶ポリマーに分類される。

Ⅲ－16 高分子の分解とリサイクルに関する次の（A）～（D）の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

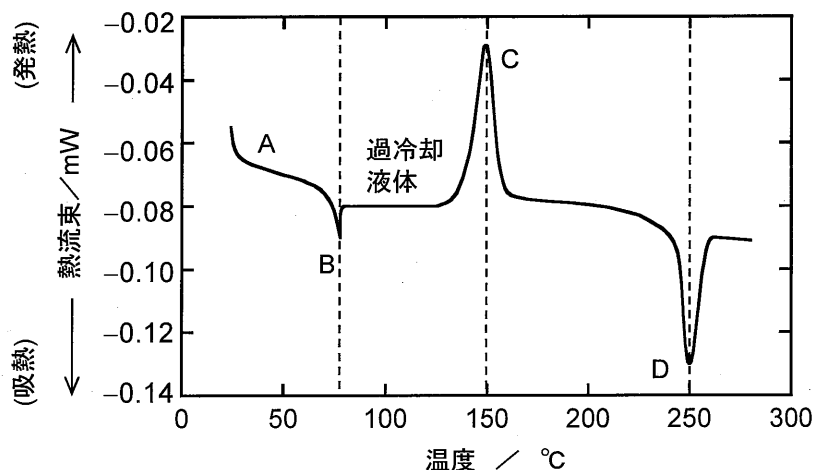
- （A）ポリウレタンのケミカルリサイクルでは、アルコールを用いて分子中のウレタン結合を化学分解させることで原料となるポリオールが回収が可能となる。
- （B）ポリ塩化ビニルは窒素雰囲気下で加熱することにより原料となる塩化ビニルが得られる。
- （C）ポリスチレンやポリメタクリル酸メチルは真空中熱をかけることで分解し、対応するモノマーが得られる。特にポリメタクリル酸メチルからはほぼ定量的にモノマーが回収される。
- （D）ポリエチレンテレフタレートはサーマル及びケミカルリサイクルが可能であり、熱をかけることで繊維状に成形加工して再利用がなされている。また、エチレングリコールやメタノールとの反応後に加水分解することで、原料であるテレフタル酸が回収できる。

- ① AとB ② BとD ③ AとC ④ CとD ⑤ BとC

Ⅲ－17 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 凝集エネルギーが大きい。
- ② エントロピーが小さい。
- ③ 弾性率が大きい。
- ④ ポアソン比が0.5弱程度。
- ⑤ ガラス転移点が高い。

Ⅲ－18 下図は、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）測定結果である。これ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。ここで、図中のA～Dは設問中のA～D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 状態から過冷却液体状態に変化した。さらに昇温を続けると、発熱ピークが出現した。これは、 C に起因する。その後、ある温度に到達すると D 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>
①	非晶質	結晶化温度	融解	分解
②	ガラス	ガラス転移点	結晶化	融解
③	結晶	融解	ガラス転移	融解
④	非晶質	結晶化温度	ガラス転移	融解
⑤	ガラス	ガラス転移点	結晶化	分解

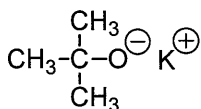
Ⅲ-19 高分子反応に関する次の(A)～(D)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- (A) グルコースが多く連結されたセルロースはヒドロキシ基の水素結合による凝集力が強く、難溶性を示す。一方、セルロースに水酸化ナトリウムと二硫化炭素やテトラアンミン銅(II)錯体と反応させると可溶となる。
- (B) クロロメチル化したポリスチレンビーズにアミンを反応させることでアンモニウム塩構造を持つポリスチレンビーズが得られ、陽イオン交換樹脂として機能する。
- (C) ビニルアルコールの重合により得られるポリビニルアルコールにホルムアルデヒドを反応させることで、ビニロンが得られる。
- (D) ポリビニルアルコールの側鎖にケイ皮酸エステルを導入したポリマーは光によって硬化する。このような特性を用いてネガ型のフォトレジスト材料に応用がなされている。

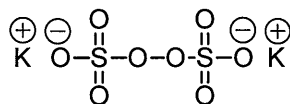
- ① BとC ② AとB ③ CとD ④ BとD ⑤ AとD

Ⅲ-20 スチレンのアニオン重合を行うには求核性の高い試薬を開始剤として用いる必要がある。次の試薬のうち、スチレンのアニオン重合の開始剤として、最も適切なものはどれか。

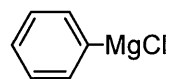
①



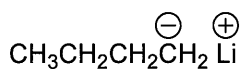
②



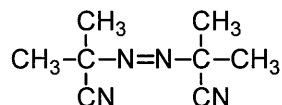
③



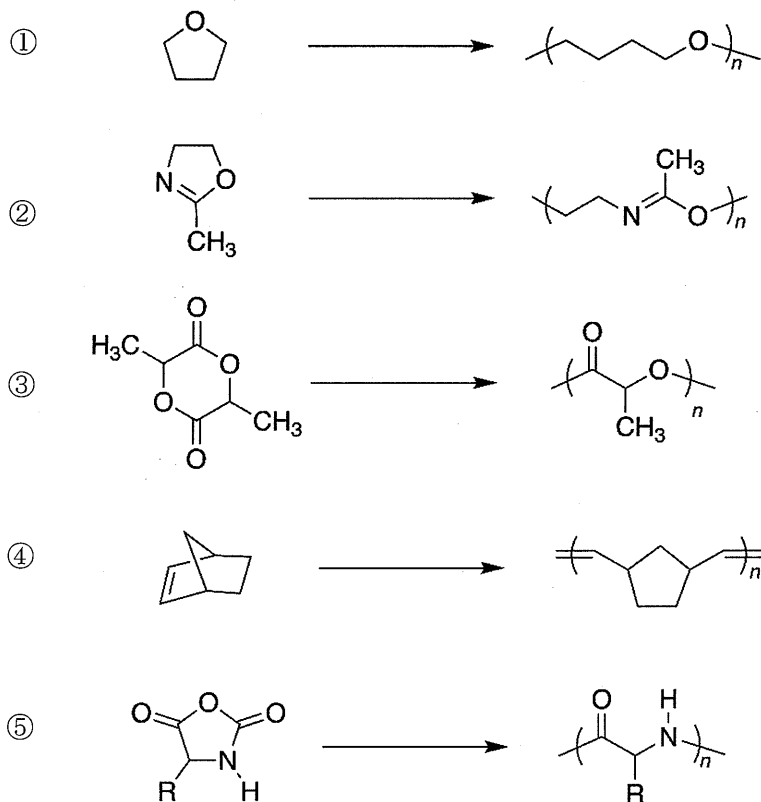
④



⑤



Ⅲ-21 次の開環重合反応のうち、最も不適切なものはどれか。



Ⅲ-22 半導体に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち、誤っているものの組合せはどれか。

- (A) 純物質がそのまま半導体になるものを真性半導体、不純物を混入することによってバンド構造を変えて作られる半導体を不純物半導体という。
- (B) ケイ素や立方晶のゲルマニウムはダイヤモンド型構造を持つ。
- (C) ヒ化ガリウム（ガリウムヒ素）の結晶は閃亜鉛鉱型構造を持つ。
- (D) 純粋なゲルマニウムの電気伝導率は温度が増すと低下する。
- (E) ケイ素に微量のリンを添加すると p 型半導体になる。

- ① AとB ② BとC ③ DとE ④ AとD ⑤ CとE

Ⅲ－23 次のうち、酸性酸化物はどれか。

- ① B_2O_3 ② CaO ③ Al_2O_3 ④ Fe_2O_3 ⑤ FeO

Ⅲ－24 無機結晶物質の欠陥に関する次の (A) ～ (E) の記述のうち、誤っているものの組合せはどれか。

- (A) 格子間イオンは本来イオンが存在しないサイトにイオンが侵入してできる欠陥である。
- (B) 結晶中に生成した陰イオン空孔と陽イオン空孔の対はショットキー欠陥である。
- (C) 格子欠陥生成に伴って派生した電子、正孔などは点欠陥ではない。
- (D) 空孔は点欠陥である。
- (E) 転位は面欠陥である。

- ① AとB ② AとE ③ BとD ④ CとD ⑤ CとE

Ⅲ－25 二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 硫酸法や塩素法で製造される。
- ② 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る。
- ③ 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。
- ④ 黒色顔料として利用される。
- ⑤ 光誘起の超親水性を利用してミラー等の曇り防止に用いられる。

Ⅲ-26 非酸化物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 炭化ケイ素：高熱伝導性で、良好な耐摩耗性を示す。半導性を利用して発熱体又はバリスタに利用される。また、メカニカルシール、耐火物などに利用される。
- ② 窒化ホウ素：六方晶の窒化ホウ素 (hBN) は快削性を示し、耐熱及び耐食材に使用する。立方晶窒化ホウ素はダイヤモンド構造を持つ。通常、超高压法によって合成し、切削及び研削工具として利用される。
- ③ サイアロン：Si-Al-O-N系化合物の総称。窒化ケイ素 (Si_3N_4) のSi, Nの位置に、Al, Oがそれぞれ置換固溶した β -サイアロンと、この置換型固溶と同時に結晶格子間に特定の金属原子が侵入型固溶した α -サイアロンがある。特性は窒化ケイ素の持つ低熱膨張性、高強度に加え、耐食性も優れる。
- ④ ホウ化ジルコニウム：熱電子放射性に優れる化合物。単結晶を加工し、精度の良い電子放射体として電子顕微鏡又はVLSIの回路作製に利用する。
- ⑤ ニケイ化モリブデン：1700℃まで空気中で使える発熱体、IC回路作製マスク用などに使用されている。

Ⅲ-27 セラミックスの種類に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 強誘電セラミックス：外部電場を印加しない状態でも電気双極子が整列しており、その双極子の方向を外部電場によって変化できるセラミックス。電場に対して分極がヒステリシスを示す。代表的な物質として、チタン酸バリウムなどがある。
- ② 強磁性セラミックス：隣り合うスピンの同一の方向を向いて整列しており、全体として大きな磁気モーメントを持つため、外部磁場がない状態で自発磁化を持つセラミックス。酸化鉄を主成分とするフェライトの多くは強磁性を示す。
- ③ 電子伝導セラミックス：電荷担体がイオンである伝導性セラミックス。固体電解質セラミックスともいう。ナトリウム伝導の γ -アルミナが知られる。
- ④ 超電導セラミックス：ある温度以下で電気抵抗がゼロになり、同時に反磁性を示す性質を持つセラミックス。R-Ba-Cu-O系 (R：希土類元素) などの酸化物がある。
- ⑤ マルチフェロイックセラミックス：強磁性、強誘電性、強弾性などのうち2種類以上の性質が相互作用を示すセラミックス。ビスマスフェライトなどが知られる。

Ⅲ－28 焼結に関する次の記述のうち、に入る用語の組合せとして、最も適切なものはどれか。

焼結の駆動力は粉体の持つ余分の表面エネルギーである。加熱処理をすると、表面エネルギーをAさせようとする方向、つまり表面積がAする方向に物質移動がおこり、粒子どうしの結合がおこる。焼結過程は、一般的には次の3つの段階に分けて考える。(1) 初期段階。粒子どうしの癒着がおこり、この部分の面積がしだいに増加する。これはBと呼ばれる。この段階で、Cは約50～60%、Dは4～5%程度までになる。(2) 中期段階。チャンネル状の空隙がしだいに狭くなり、Cは60～95%、Dは5～20%近くまでになる。一般に粒子の成長が顕著におこる。(3) 終期段階。Cが95%以上になり、多面体化した粒子の角の部分や粒内に空隙(Eという)が残るだけとなる。焼結の機構は、物質輸送の様式の違いによって、蒸発－凝縮機構、拡散機構、溶解－析出機構、流動機構に大別される。これらのうちどの機構が支配的になるかは、おもに初期焼結の段階におけるBの速度式及び収縮速度式を用いた解析により判定される。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	減少	頸部成長 (neck growth)	相対密度	収縮率	気孔
②	増加	異常粒成長	相対密度	収縮率	気孔
③	減少	異常粒成長	収縮率	相対密度	気孔
④	増加	異常粒成長	収縮率	相対密度	格子欠陥
⑤	減少	頸部成長 (neck growth)	相対密度	収縮率	格子欠陥

ここでの相対密度とは、焼結体密度の理論密度に対する比をいう。

Ⅲ-29 二成分系（溶媒と溶質）溶液に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 海水と真水を半透膜で仕切ると、海水側の水が真水側に浸透しようとする。
- ② 一定温度で溶質Aの濃度が低い条件（希薄な溶液）では、Aの気相中の分圧 P_A と溶液中の濃度 C_A は比例する。
- ③ 理想溶液とは、混合しても体積は増減せず、発熱や放熱も生じない溶液のことである。
- ④ 理想溶液の場合、成分Aの気相中の分圧 P_A と液相中のモル分率 x_A は比例する。
- ⑤ 一般に、純物質の飽和蒸気圧は温度のみに依存し、実用的にはアントワン（Antoine）式を用いて表わすことができる。

Ⅲ-30 内容積1,000リットル、圧力 $p=1.00$ 気圧、温度300Kの密閉タンクに、ジメチルエーテル（ CH_3OCH_3 , DME）の蒸気が6.00vol%, 空気が94.0vol%（酸素19.7 vol%, 窒素74.3vol%）入っている。この混合ガスを燃焼させてDMEを完全燃焼させ、DMEをすべて二酸化炭素と水に変えた。400Kに下がったときの密閉タンク内の圧力 p として、最も近い値はどれか。

燃焼前後のガスはすべて理想気体であると仮定する。

必要であれば、以下の値を用いて良い。

気体定数 $R=0.08206\text{L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}$

- ① 1.17気圧
- ② 1.25気圧
- ③ 1.33気圧
- ④ 1.41気圧
- ⑤ 1.49気圧

Ⅲ－31 体積 V 、濃度 C_0 のフェノールの水溶液がある。これに活性炭を W だけ投入して吸着平衡に達したとき、水溶液中のフェノール濃度 C として、最も近い値はどれか。吸着平衡は活性炭中のフェノール濃度を q^* として、次式のプロイントリッヒ型で表せるとする。

$$q^* = 0.5C^{1/2} \text{ [kg-phenol/kg-活性炭]}$$

変数、単位と数値は以下の通りとする。

フェノール水溶液の濃度 $C_0 = 0.10 \text{ kg-phenol/m}^3\text{-water}$

フェノール水溶液の体積 $V = 10 \text{ m}^3$

活性炭投入量 $W = 20 \text{ kg}$

吸着平衡時の水溶液中のフェノール濃度 $C \text{ [kg-phenol/m}^3\text{-water]}$

根の公式は次の通りである。

$$0 = ay^2 + by + c, \quad y = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

- ① 0.0008 ② 0.0084 ③ 0.092 ④ 1.09 ⑤ 1.19

Ⅲ－32 槽の中に直径 $d_p = 6.0 \times 10^{-5} \text{ m}$ 、粒子密度 $\rho_p = 1200 \text{ kg/m}^3$ の粒子のみが懸濁している。粒子の沈降速度 $u_p \text{ [m/s]}$ は、次式のストークスの式に従うものとする。

$$\text{ストークスの式: } u_p = \frac{(\rho_p - \rho)gd_p^2}{18\mu}$$

ここで、

ρ : 水の密度 1000 kg/m^3

g : 重力加速度 9.8 m/s^2

μ : 水の粘度 $0.0010 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

である。

深さ $H = 5 \text{ m}$ の槽が上端まで水で満たされているとき、水面から 3 m の深さまで粒子を沈降させるための時間 $[s]$ として、最も近い値はどれか。

- ① 0.5s ② 700s ③ 1300s ④ 1500s ⑤ 7600s

Ⅲ－33 四角形の水槽の側面に、内径20mmのノズルがついている。ノズル位置からの水面の高さは H [m]である。そのノズルから排出される水の量は、10秒間に 0.013m^3 であった。このときの H として、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

$$u = (2gH)^{\frac{1}{2}}$$

に従うものとする。

u : 流出速度 [m/s]

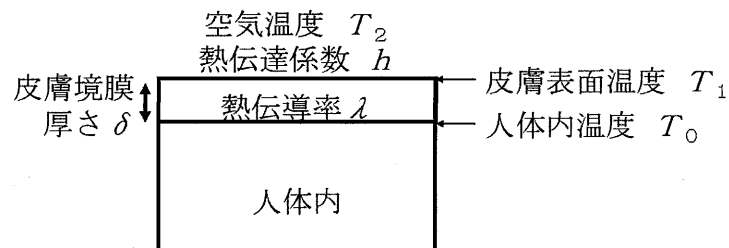
H : ノズル位置からの水面の高さ [m]

g : 重力加速度 9.8m/s^2

水の密度 $= 1000\text{kg/m}^3$

- ① 0.055m ② 0.21m ③ 0.54m ④ 0.87m ⑤ 87m

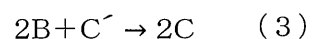
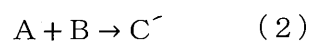
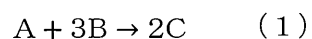
Ⅲ－34 空気温度 $T_2 = 29.0^\circ\text{C}$ 、人体内温度 $T_0 = 36.5^\circ\text{C}$ のとき、皮膚表面温度 T_1 [$^\circ\text{C}$] に最も近い値はどれか。



皮膚の下に厚さ $\delta = 4.00\text{mm}$ の温度境膜（皮膚境膜）を考え、熱伝導率 $\lambda = 0.21\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ とする。また、皮膚表面空気側の熱伝達係数を $h = 8.8\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ とする。

- ① 31.5°C ② 33.0°C ③ 34.0°C ④ 35.5°C ⑤ 36.5°C

Ⅲ－35 AとBからCを生成する化学反応が(1)式で表される。中間体C'が関与するため、素反応は(2)式と(3)式で表される。定常状態でCが生成されているとき、Cの生成速度はBの濃度の何乗に比例するか。最も適切なものはどれか。なお、(2)式が(3)式より著しく遅い条件である。



(2)式と(3)式の反応速度定数は、それぞれ k_2 と k_3 であるとする。

- ① 1乗 ② 1.5乗 ③ 2乗 ④ 2.5乗 ⑤ 3乗