

5 化学部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 次のうち、半導体として最も適切な物質はどれか。

- ① アルミニウム (Al) ② 酸化アルミニウム (Al_2O_3)
- ③ 硫黄 (S) ④ 硫化カドミウム (CdS)
- ⑤ 窒化ケイ素 (Si_3N_4)

I-2 セラミックスの熱伝導に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 絶縁体セラミックスでは、原子間の結合が強く、原子番号が小さく、対称性の高い結晶が高い熱伝導率を有する。
- ② 絶縁体セラミックスにおいては、熱伝導は結晶格子の振動（フォノン）が支配的であり、電子による寄与は少ない。
- ③ 熱伝導率は、熱拡散率に比熱容量と密度を乗じることによって得られ、 $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ の単位で表される。
- ④ 室温から約 1000°C までの温度範囲において、セラミックスの熱伝導率は、一部の例外を除いて温度の上昇とともに大きくなる。
- ⑤ ガラスは結合の規則的周期が短いので、結晶性物質に比べて熱伝導率が小さい。

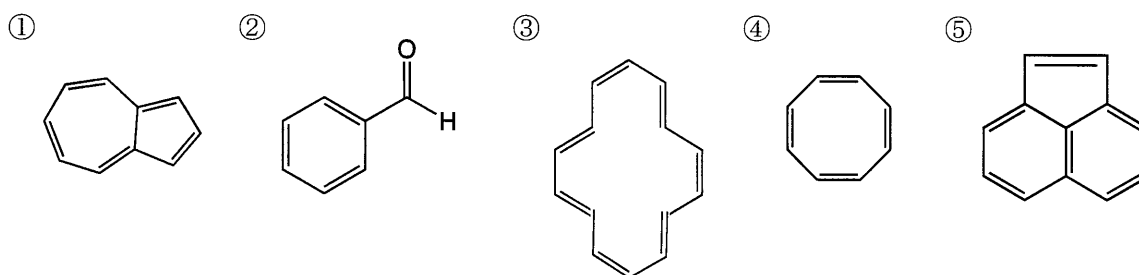
I-3 結晶構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 面心立方格子において、単位格子中には4個の原子が含まれている。
- ② ダイヤモンドの結晶において、1個の炭素原子には4個の炭素原子が配位している。
- ③ 原子を等大球とみなしたとき、体心立方格子の方が、面心立方格子よりも単位格子中の原子間の空隙率が小さい。
- ④ 直方（斜方）晶系において、その単位格子の格子定数の軸長を a , b , c , 軸角を α , β , γ とするとき、それらの間には、 $a \neq b \neq c$ と $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ の関係がある。
- ⑤ 塩化ナトリウムの結晶は、立方晶系に属する。

I-4 結晶質の炭化ケイ素と二酸化ケイ素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 二酸化ケイ素は複数の多形を有しているが、炭化ケイ素の多形はほとんど知られていない。
- ② 二酸化ケイ素は絶縁体であるが、炭化ケイ素は半導体である。
- ③ 炭化ケイ素は、二酸化ケイ素より融点が高い。
- ④ 炭化ケイ素は、二酸化ケイ素より硬い。
- ⑤ 炭化ケイ素は、1750℃以上の空气中で急速に酸化される。

I-5 次の化合物のうち、芳香族化合物でないものはどれか。



I-6 ある一次不可逆反応を、回分式反応器の中で一定温度にて、ある時間進行させたところ、原料の反応率は90%であった。同じ反応条件で、99.9%の反応率を得るために必要な反応時間は、元の反応時間の何倍となるか。

- ① 1.11倍
- ② 3倍
- ③ 11.1倍
- ④ 100倍
- ⑤ 111倍

I-7 芳香族化合物の合成と反応に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ベンゼンをニトロ化し、次に臭素化すると *m*-ブロモニトロベンゼンが優先的に生成する。
- ② 硫酸触媒存在下に、ベンゼンにプロピレンを作用させると、イソプロピルベンゼン（クメン）が得られる。
- ③ フェノールは、ベンゼンスルホン酸を濃水酸化ナトリウム水溶液と加熱すると得られる。
- ④ *p*-ハロゲン化ニトロベンゼンへの求核置換反応では、炭素とハロゲンとの結合の強さから、F（フッ素）が一番置換されにくく、I（ヨウ素）が置換されやすい。
- ⑤ ベンゼンは臭素と室温で混ぜただけでは反応が起こらないが、フェノールは臭素と容易に反応する。

I-8 次の化合物のうち、pKa（酸性度定数）の最も小さいものはどれか。

- ① マロン酸ジメチル ② アセトアルデヒド
- ③ アセト酢酸メチル ④ アセトニトリル
- ⑤ 1,3-シクロヘキサジオン

I-9 我が国での燃料油添加剤の使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 着臭剤は、LPGが漏れたときにユーザーが臭いで感知できるように、安全性を考慮して使用されている。
- ② アンチノック剤としてのアルキル鉛は、現在では自動車用ガソリンには使用されていない。
- ③ 識別剤としてのクマリンは、脱税防止を目的に軽油への添加が義務付けられている。
- ④ 潤滑性向上剤は、軽油の低硫黄化に伴いディーゼル車の燃料噴射系の磨耗防止を目的に使用されている。
- ⑤ 低温流動性向上剤は、低温における流動性確保を目的に冬季の軽油・A重油に使用されている。

I-10 2013年における世界の再生可能エネルギーによる発電量について大きい順に並べたものとして、最も適切なものは次のうちどれか。

- ① 水力 > 風力 > バイオマス > 太陽光 > 地熱
- ② 水力 > バイオマス > 風力 > 地熱 > 太陽光
- ③ 風力 > 水力 > 地熱 > バイオマス > 太陽光
- ④ 風力 > 太陽光 > 水力 > 地熱 > バイオマス
- ⑤ バイオマス > 水力 > 風力 > 地熱 > 太陽光

I-11 国際単位系 (SI) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① SIの基本単位は、長さ [m]、質量 [kg]、時間 [s]、電流 [A]、熱力学温度 [K]、物質量 [mol]、光度 [cd] の7個である。
- ② 粘度のSI単位は、ポアズ [P] である。
- ③ 圧力、応力のSI単位は、パスカル [Pa] である。
- ④ エネルギー、仕事、熱量のSI単位は、ジュール [J] である。
- ⑤ 仕事率のSI単位は、ワット [W] である。

I-12 廃棄物リサイクルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 使用済み製品や工場で発生する端材などを回収して、新しい製品の材料として用いる手法をマテリアルリサイクルという。
- ② サーマルリサイクルとは、廃棄物を燃やしたときの排熱を回収して蒸気や温水を作り、発電や給湯などに利用する手法で、容器包装リサイクル法では、最も優先順位の低い手法とされている。
- ③ 廃プラスチックを化学分解して原料に戻し、製品に再生する手法をケミカルリサイクルといい、マテリアルリサイクルと比較して品質劣化の心配が少ない。
- ④ 自社のサプライチェーンの中で、回収した使用済み製品の部材を、同種の製品の材料として使用する手法をオープンリサイクルという。
- ⑤ 資源有効利用促進法（改正リサイクル法）では、廃棄物の発生抑制（リデュース）や分別回収による部品の再使用（リユース）が、リサイクルに優先する取組とされている。

I-13 プラスチックの成形方法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 射出成形法は、三次元形状成形品のための生産性に優れた方法である。
- ② 押出成形法は、シートやフィルムの成形に採用される。
- ③ ペットボトルは、まず射出成形法で試験管状のプリフォームを作り、その後に延伸中空成形法を適用して作られる。
- ④ ガスアシスト射出成形法は、成形品に中空構造を形成して軽量化を図る方法である。
- ⑤ 最も普及しているFRP製のバスタブは、熔融した熱可塑性樹脂を金型内へ注入し、その後に圧縮することにより作られる。

I-14 ポリマー用添加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 結晶核剤は、非晶性ポリマーに添加して結晶性を向上させる働きをする物質である。
- ② 相溶化剤は、異種のポリマーブレンドにおいてポリマー間の性質の違いを緩和させ、相分離構造を安定化させる能力を有する。
- ③ シランカップリング剤は、ポリマーと無機材料又は金属材料とが接する界面で接着改良剤として働く。
- ④ 可塑剤は、ポリマーに添加して柔軟性を与え、加工性を改良する物質である。
- ⑤ 滑剤は、ポリマーに添加して流動性、すべり性、離型性を調節する物質である。

I-15 高分子材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ポリ塩化ビニルのガラス転移温度は、室温より高い。
- ② 高強度な高分子材料の条件としては、主鎖を構成する結合が強固で、分子鎖が伸び切り鎖状で、その断面積が小さいことなどが挙げられる。
- ③ 直鎖状低密度ポリエチレンは、ラジカル重合による高圧法低密度ポリエチレンと比較して衝撃強度が劣る。
- ④ ポリプロピレンは、側鎖にメチル基を持つため自動酸化が起きやすい。
- ⑤ 界面活性剤は、ポリエチレンの環境応力破壊を引き起こしやすい。

I-16 固体のバンド構造及び導電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 n型半導体では電子が、p型半導体では正孔が、それぞれ主に電気伝導を担う。
- ② リンをドーピングしたシリコンの単結晶は、p型半導体である。
- ③ 半導体においては、熱エネルギーにより価電子帯の電子が伝導帯に励起され、導電性を示す。
- ④ 半導体は、絶縁体に比べてバンドギャップが小さい。
- ⑤ 半導体の価電子帯が電子によって完全には満たされていない状態を、粒子とみなして、正孔又はホールという。

I-17 化学装置や化学工学に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① ニュートン流体が円管中を流れるときの圧力損失は、層流域では管内面の表面粗さの影響を受けるが、乱流域ではその影響を受けない。
- ② 充填塔式気液接触装置において、塔断面積当たりの液流量（液質量速度）を一定に保てば、塔断面積当たりのガス流量（ガス質量速度）を大きくしてもフラッディングに至ることはない。
- ③ 静止液中の単一球状固体粒子を沈降分離する装置において、液温度を変えることにより液の粘度を変えても、密度差が変わらない限り終末沈降速度は不変である。
- ④ 流通式反応器形式には、管型反応器（PFR：Plug Flow Reactor）、連続槽型反応器（CSTR：Continuous Stirred Tank Reactor）、複数のCSTRを直列に連結した直列連続槽型反応器などがあるが、反応速度が反応率の増大に伴い単調に減少する場合には、同一の空間時間（space time）においてCSTRが最も高い反応率を与える。
- ⑤ 触媒粒子内での物質の移動機構は、細孔拡散や表面拡散などに分類され、ガス分子の細孔拡散には分子拡散とクヌーセン（Knudsen）拡散がある。

I-18 消防法における危険物に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 危険物を扱うときは、必ず危険物取扱者の資格を持った者が行わなければならない。
- ② 可燃性の気体、液体、固体は、いずれも危険物として規定されている。
- ③ 過酸化水素等の酸化性液体は、危険物に含まれる。
- ④ 危険物を製造する者は、量の多少にかかわらず、製造所としての許可を受けなければならない。
- ⑤ 軽油の貯蔵は、指定数量未満であれば、タンクを設置するのに国の法令や市町村条例による規制を受けない。

I-19 理想気体において、温度98℃、絶対圧力0.00125 MPaの条件下で2.3 Lの体積に含まれる気体の分子数に最も近い値はどれか。

- ① 6.1×10^{20}
- ② 5.6×10^{20}
- ③ 5.7×10^{19}
- ④ 5.6×10^{19}
- ⑤ 1.3×10^{19}

I-20 化学反応及び活性化エネルギーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、 A 、 R 、 T 、 k はそれぞれ、反応に特有の定数、気体定数、熱力学温度（絶対温度）、反応速度定数である。

- ① 活性化エネルギーは、触媒を用いることにより、それを変えることができる。
- ② 化学反応の原系（反応物質）から遷移状態を経て生成系（生成物質）に至る過程において、遷移状態と原系のエネルギーの差を活性化エネルギーという。
- ③ E_a を見かけの活性化エネルギーとすれば、 k は、以下のアレニウス（Arrhenius）の式によって表される。

$$k = A \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

- ④ 系内に活性化エネルギー以上のエネルギーを持つ分子が存在すると、化学反応が進行する。
- ⑤ 一次反応において、 A は（時間） $^{-1}$ の次元を持ち、アレニウスプロットの傾きから求めることができる。