

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 セラミックスの結合は、共有結合とイオン結合の中間的なものである。次の化合物をイオン結合性の割合が大きい順に並べたとき、最も適切なものはどれか。

- ① $\text{CaO} > \text{ZrO}_2 > \text{SiO}_2 > \text{TiN} > \text{SiC}$
- ② $\text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{ZrO}_2 > \text{SiC} > \text{TiN}$
- ③ $\text{ZrO}_2 > \text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{TiN} > \text{SiC}$
- ④ $\text{ZrO}_2 > \text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{SiC} > \text{TiN}$
- ⑤ $\text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{ZrO}_2 > \text{TiN} > \text{SiC}$

I-2 周期表2族元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 ベリリウムは、化学的にはマグネシウムあるいはアルミニウムに類似した性質を示す。X線管の窓や原子炉減速材などに用いられる。
- ② マグネシウムは、アルカリ土類金属に分類されることが多く、炎色反応では橙色（橙赤色）を呈する。マグネシウム合金は自動車、航空機などの材料として重要である。
- ③ カルシウムは、アルカリ土類金属に分類されており、ケイ酸塩、炭酸塩、硫酸塩などとして広く分布する。ヒドロキシアパタイト ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) は人工骨などに用いられる。
- ④ ストロンチウムは、アルカリ土類金属に分類されており、化学的にはカルシウムとバリウムの中間の性質を示す。炎色反応では赤色（紅色）を呈する。
- ⑤ バリウムは、アルカリ土類金属に分類されており、炎色反応では淡緑色（黄緑色）を呈する。チタンとの複酸化物 (BaTiO_3) はコンデンサーとして用いられる。

I-3 粉末X線回折法に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① X線が結晶格子で回折する現象を利用して、主として試料の元素分析に用いられる。
- ② X線回折計でよく利用される特性X線は、銅 (Cu) の $K\alpha$ 線である。
- ③ 回折線の強度から、固溶体組成の定量分析を行うことができる。
- ④ 回折線の位置から、結晶子の大きさを求めることができる。
- ⑤ 回折線の幅から、結晶の格子定数を求めることができる。

I-4 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 酸化マグネシウム (MgO)
- ④ 窒化ケイ素 (Si_3N_4)
- ⑤ 窒化ガリウム (GaN)

I-5 次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 1 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約3 kgの二酸化炭素が生成する。
- ② 2 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約3 kgの二酸化炭素が生成する。
- ③ 1 kgのヘプタンが完全燃焼するためには、約1.1 kgの酸素を必要とする。
- ④ 1 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約4 kgの二酸化炭素が生成する。
- ⑤ 1 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約0.7 kgの水が生成する。

I-6 アルコー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 *n*-ブチルアルコールを酸化すると、銀鏡反応に対して陽性を示す生成物を得る。
- ② *sec*-ブチルアルコールは、ヨードホルム反応に対して陽性を示す。
- ③ *tert*-ブチルアルコールを酸性条件で脱水することで、2-メチルプロペンを得る。
- ④ ブチルアルコールは、*n*-、*sec*-、*tert*-の順に沸点が高くなる。
- ⑤ 炭素原子数3までのすべての飽和1価アルコールは、水と任意の割合で混和する。

I-7 フェノー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 クメン法によるフェノールとアセトンの生産比率は固定されているために、2つの化学品需要が存在しなければならないことが欠点である。
- ② ベンゼンをスルホン化し、生成したベンゼンスルホン酸からフェノールを生産する方法は、硫酸や水酸化ナトリウムが安価なため、欧米では現在も主たるフェノール生産法である。
- ③ ピクリン酸は、フェノールをスルホン化してから濃硝酸でニトロ化して得られる。
- ④ ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を高温、高圧で反応させ、硫酸で処理するとサリチル酸が得られる。
- ⑤ フェノールとアセトンとを縮合させて得られるビスフェノールAとホスゲンの重縮合反応によってポリカーボネートが製造される。

I－8 化学物質管理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 労働安全衛生法が改正（平成26年6月25日公布）され、一定の危険有害性のある、法で定められた化学物質について事業場でのリスクアセスメントが、平成28年6月1日から義務づけられた。
- ② 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）で対象となる化学物質は、第一種指定化学物質と第二種指定化学物質に区分されている。
- ③ 化管法SDS（安全データシート）制度は、事業者が、指定された化学物質を他の事業者に譲渡又は提供する際、その化学物質の性状や取扱いに関する情報の提供を義務づける制度である。
- ④ SDSの記載項目は、「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム（GHS）」に整合するよう日本工業規格で規定されている。
- ⑤ 化管法では、一般消費者の生活用製品もGHSに基づくSDSの対象としている。

I－9 次の成分のうち、自動車ガソリンの日本工業規格（JIS K2202:2012）で規格値が定められていないものはどれか。

- ① 硫黄分 ② 酸素分 ③ 鉄分 ④ ベンゼン ⑤ エタノール

I－10 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、最も優先順位の高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クローズドリサイクルという。
- ⑤ 循環型社会形成推進基本法では、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-11 グリーンケミストリーとは「環境にやさしいものづくりの化学」である。次に示す合成プロセスに関する課題のうち、グリーンケミストリーの研究開発課題として最も不適切なものはどれか。

- ① 危険有害物質を出さない，使わないプロセスの採用
- ② 原子効率が高く，E-ファクターの小さい反応経路の採用
- ③ 多段プロセスから収率を高めるための少数段化
- ④ 触媒を使用しない反応への転換
- ⑤ 反応媒体を，無害で分離精製が容易なものに変更

I-12 次のうち，2015年における世界の再生可能エネルギーによる発電量を大きい順に並べたものとして最も適切なものはどれか。

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

I-13 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 ポリエチレンテレフタレートガラス転移温度は，室温より低い。
- ② ポリ塩化ビニルの酸素透過度は，ポリビニルアルコールより大きい。
- ③ ポリメチルメタクリレートは，透明性に優れた材料として用いられる。
- ④ ポリプロピレンは，分子内に第3級の炭素を有しているため，酸化されやすい。
- ⑤ ニトリルゴムは，耐油性に優れている。

I-14 プラスチックの成形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，三次元形状成形品を作る生産性に優れた方法である。
- ② 二軸延伸法は，熱硬化性樹脂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，そりのない高精度な成形品を作る方法である。
- ⑤ 押出成形法により，シートを作ることができる。

I-15 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 分子間に働くファン・デル・ワールス力は、水素結合より弱い。
- ② 密度や組成のゆらぎがあると、高分子の透明性向上の妨げになる。
- ③ 複屈折を測定することにより、高分子の密度を求めることができる。
- ④ ポリプロピレンは、フィルムコンデンサーの誘電体として用いられる。
- ⑤ プラスチックの屈折率を大きくするには、芳香環の導入が有効である。

I-16 炭素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 活性炭は、電気二重層キャパシタの電極に用いられる。
- ② カーボンブラックは、ゴム補強用充填剤に用いられる。
- ③ 黒鉛の電気抵抗は、等方性を示す。
- ④ グラフェンは、炭素の二次元シートである。
- ⑤ ポリアクリロニトリル繊維を炭素化することにより、炭素繊維を製造することができる。

I-17 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電離度は、電離した電解質の量の溶解した電解質全量に対する比で定義され、塩酸などの強酸溶液ではほぼ1となる。
- ② 圧縮係数は、実在気体の理想気体からの偏りを表し、理想気体では1である。
- ③ 固体触媒反応において、実際の反応速度の、触媒粒子内拡散を無視した理想的な反応速度に対する比を、触媒有効係数という。
- ④ 塔効率は、蒸留塔において、所要理論段数の所要実段数に対する比をいい、塔内の分離性能の尺度を表す。
- ⑤ 気液平衡にある2成分において、相対揮発度（又は比揮発度）が1の時、最も蒸留分離しやすくなる。

I-18 球形粒子の沈降速度に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 同一粒子を粘度のみが異なる媒体中で沈降させた場合、高粘度媒体中の粒子の終末沈降速度は低粘度媒体中の粒子の終末沈降速度より小さくなる。
- ② 同一媒体中で粒子径のみが異なる粒子を沈降させた場合、粒径の小さい粒子の終末沈降速度は粒径の大きい粒子の終末沈降速度より小さくなる。
- ③ 粒子と媒体との密度差のみが異なる条件で沈降させた場合、密度差の小さい条件での終末沈降速度は密度差の大きい条件での終末沈降速度より小さくなる。
- ④ 粒子レイノルズ数が1以下の領域で抵抗係数は粒子レイノルズ数に比例する。
- ⑤ 粒径分布測定の迅速化のために、遠心力を利用した測定が行われる場合がある。

I-19 浸透圧は溶液の濃度と絶対温度によって決まる。次のうち、この関係を表す法則名として最も適切なものはどれか。

- ① ファント・ホッフ (van't Hoff) の法則
- ② 質量作用の法則
- ③ ラウール (Raoult) の法則
- ④ ヘス (Hess) の法則
- ⑤ フィック (Fick) の法則

I-20 熱力学に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 対応状態原理によると、圧縮係数は対臨界圧、対臨界温度、臨界圧縮係数の関数である。
- ② 2成分系が1つの相となる場合には、温度、圧力を決めると系の状態は十分に記述される。
- ③ 理想溶液とは、混合物中の各成分の活量係数が1となる溶液である。
- ④ 混合物中の成分 i の活量係数は、混合物中の成分 i のフガシティーを、成分 i の純物質のフガシティーと成分 i のモル分率の積で割ったものに等しい。
- ⑤ 超臨界流体とは、一般に臨界温度と臨界圧力を超えた非凝縮性高密度流体と定義される。