

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 次の酸化物のうち、条件によって酸性及び塩基性両方の性質を示すものはどれか。

- ①  $\text{SiO}_2$       ②  $\text{MgO}$       ③  $\text{P}_2\text{O}_5$       ④  $\text{Al}_2\text{O}_3$       ⑤  $\text{Na}_2\text{O}$

I-2 レアメタル、レアアー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 地殻中の存在量が比較的少なかったり、採掘と製錬のコストが高いなどの理由で流通・使用量が少ない非鉄金属をレアメタルという。
- ② レアメタルのうち、チタンは地中埋蔵量が多いが、高純度に製錬することが困難で、その技術コストが非常に高額になるため、希少な金属となっている。
- ③ レアメタルのうち、一部の元素はレアアース（希土類）と呼ばれ、17種類の元素からなる。これらは、現代の産業を支える重要な元素群である。
- ④ 低環境負荷型の自動車の駆動用モーターに用いられる強力な永久磁石に使用されているレアアースとして、ネオジムやジスプロシウムがある。
- ⑤ レアメタルの用途の1例として液晶テレビがあり、このパネルには透明導電膜の主成分として、希少なレアメタルであるジルコニウムが使用されている。

I-3 次の化合物のうち、毒物及び劇物取締法において劇物に指定されているものはどれか。

- ① 過酸化水素 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )
- ② 硝酸ナトリウム ( $\text{NaNO}_3$ )
- ③ 塩化マグネシウム ( $\text{MgCl}_2$ )
- ④ 硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )
- ⑤ フッ化カルシウム ( $\text{CaF}_2$ )

I-4 無機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 ガラスとは過冷却液体が結晶化することなく固化したものであり、原子配列に2～3 nmを超える長距離の規則性を持たない。
- ②  $\text{SiO}_2$ に $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ などの網目修飾体を添加すると、融点及び粘性が上昇し、ガラスの製造に高温を必要とする。
- ③ シリカ( $\text{SiO}_2$ )ガラスは耐水性や耐熱性に優れ、熱膨張係数が小さいことが知られている。
- ④ ホウケイ酸塩ガラスの代表的なものとして $\text{SiO}_2$ - $\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ 系があり、この組成のガラスは化学的耐久性、耐熱性に優れている。
- ⑤ 光が当たると着色し、光が当たらないときには元に戻るガラスは、フォトクロミックガラスと呼ばれている。

I-5 シス、トランス異性体を区別して数えると、分子式が $\text{C}_5\text{H}_{10}$ であるアルケンの異性体は何個存在するか。

- ① 4            ② 5            ③ 6            ④ 7            ⑤ 8

I-6 有機酸に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マレイン酸を脱水すると無水マレイン酸が得られる。
- ② フマル酸を脱水すると無水フマル酸が得られる。
- ③ 無水酢酸は、ケテンと酢酸との反応によって得られる化合物である。
- ④ 酢酸は、水素結合によって二量体を作りやすい。
- ⑤ ギ酸は還元性を有し、過マンガン酸カリウムによって容易に酸化される。

I-7 次の化合物のうち、求電子試薬との置換反応において、メタ配向性を示すものはどれか。

- ① アニリン            ② クロロベンゼン            ③ フェノール
- ④ トルエン            ⑤ ニトロベンゼン

I-8 キシレ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 キシレンにはオルト、メタ、パラの3つの位置異性体が存在する。
- ② イソフタル酸は、パラキシレンのメチル基を酸化して製造されている。
- ③ トルエンをゼオライトで不均化するとベンゼンとキシレンが得られる。
- ④ オルトキシレンから得られる無水フタル酸の最大の用途は、可塑剤である。
- ⑤ パラキシレンは、異性体の中で融点が一番高いので、低温結晶化法で分離できる。

I-9 熱物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 SI単位系での熱量の単位はジュールであり、カロリーの使用は現在SI単位としては容認されていないが、計量法では範囲を限定して使用が認められている。
- ② 熱伝導率は、物質中での熱エネルギーの移動のしやすさを表す物性値であり、温度勾配と熱流の関係を表すフーリエの法則での比例係数に当たる。
- ③ 熱拡散率は、物質中での熱エネルギー密度の拡散現象を記述する熱拡散方程式の比例係数として現れる量である。
- ④ 比熱容量は、物質への熱エネルギーの流出入による温度変化のしやすさを表す物性値であり、定圧比熱 $C_p$ と定積比熱 $C_v$ の比、 $\gamma = C_p / C_v$ を比熱比という。
- ⑤ 熱膨張係数は、圧力一定のもとで物体が熱膨張するとき、熱膨張比率の温度変化に対する割合を表す量であり、体積熱膨張係数は、膨張が等方的な物質の場合、線熱膨張係数の約2倍となる。

I-10 我が国の1次エネルギー供給構造（2014年度）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）1次エネルギー供給に占める原子力の割合は、10%以下である。
- （B）1次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合は、20%台である。
- （C）1次エネルギー供給に占める天然ガスの割合は、20%台である。
- （D）1次エネルギー供給に占める石炭の割合は、40%台である。
- （E）1次エネルギー供給に占める石油の割合は、60%台である。

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

I-11 塩基価は試料 1 g 中に含まれる塩基性成分を中和するのに要する塩酸又は過塩素酸と当量の水酸化カリウムのミリグラム [mg] 数である。試料 5.00 g に対して、測定に要した 0.10 mol/L 塩酸の 2-プロパノール溶液は 4.50 mL、空試験の測定に要した 0.10 mol/L 塩酸の 2-プロパノール溶液は 0.50 mL であった。塩基価の値は次のうちのどれか。なお、塩酸及び水酸化カリウムの式量は 36.5 と 56.1 とし、0.10 mol/L 塩酸の 2-プロパノール溶液の密度 [g/cm<sup>3</sup>] を 0.781 とする。

- ① 2.92      ② 3.51      ③ 4.49      ④ 5.05      ⑤ 5.75

I-12 「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」(化審法)に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 第一種特定化学物質とは、難分解性で高蓄積性があり、人又は高次捕食動物への長期毒性を有する化学物質である。
- ② 第二種特定化学物質とは、高蓄積性の性状は有さないものの、人又は生活環境動植物への長期毒性を有する化学物質である。
- ③ 監視化学物質とは、難分解性で高蓄積性と判明しているが、人又は高次捕食動物への長期毒性の有無が不明である化学物質である。
- ④ 優先評価化学物質とは、その有用性の高さから、産業界の要請によって評価を優先的に行う必要があると認められた化学物質である。
- ⑤ 一般化学物質には、人又は生活環境動植物のいずれにも被害を与えるおそれがないとして、優先評価化学物質の指定を取り消された化学物質が含まれる。

I-13 高分子の合成に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 乳化重合には、界面活性剤を用いて水中でミセルを形成させて重合を進行させる方法がある。
- ② リビング重合によって、シャープな分子量分布を持った高分子を合成することができる。
- ③ 高結晶性イソタクチックポリプロピレンは、Ziegler-Natta触媒によって合成することができる。
- ④ ナイロン66は、ε-カプロラクタムを開環重合して得られる。
- ⑤ 熱硬化性樹脂は、架橋反応により三次元網状構造を形成し、溶媒に不溶になる。

I-14 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 吸水性樹脂の吸水力は、架橋密度の影響を受ける。
- ② ポリエステルフィルムは、絶縁破壊電圧が高く、体積抵抗率が大きいなど優れた電気的特性を有する。
- ③ 液晶配向膜には、ポリイミドが多く用いられる。
- ④ 熱可塑性エラストマーは、ランダム共重合体である。
- ⑤ 耐衝撃性や耐熱性などの改善を目的として、ポリマーアロイ化が行われる。

I-15 化学結合に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 金属元素の原子が集合して金属結晶となる場合の結合を金属結合という。
- ② 水素結合は、水素原子が2個の陰性な原子X、Yの間にあつて、2価のように見える結合をいう。
- ③ ある原子間の結合にあずかっている電子対が、一方の原子のみからの供与によっているとみなされる化学結合を配位結合という。
- ④ 共有結合は、電気陰性度の同じ又は類似の原子間につくられる。
- ⑤ ファン・デル・ワールス力に基づいて、カチオンとアニオンが互いに引き合い結合する様式をイオン結合という。

I-16 電池に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① リチウムイオン二次電池の正極活物質は、黒鉛である。
- ② ニッケル-水素電池の正極活物質は、水酸化ニッケルである。
- ③ 燃料電池は、一次電池や二次電池とは異なり、活物質を電池内に有していない。
- ④ アルカリマンガン電池は、一次電池である。
- ⑤ ナトリウム・硫黄電池は、300℃以上の温度で作動させる。

I-17 次のうち、高圧ガス保安法の対象とならないものはどれか。圧力の表示はすべてゲージ圧である。

- ① 圧力が0.2 MPaとなる場合の温度が35℃以下である液化ガス
- ② 常用の温度において圧力が1 MPa以上となる圧縮ガスで、現にその圧力が1 MPa以上であるもの
- ③ 高圧ボイラー内にある、圧力が2.5 MPaを超える高圧蒸気
- ④ 温度15℃において圧力が0.2 MPa以上となる圧縮アセチレンガス
- ⑤ 温度35℃において圧力が1 MPa以上になる圧縮ガス

I-18 化学工学における速度の定義に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 空塔速度とは、充填塔、気泡塔、流動層などで、これらの装置内に充填物や混在する他相が存在しない空塔とみなして算出される見かけの装置内平均流速である。
- ② 沈降速度とは、重力、遠心力或いはクーロン力などの外力の作用によって、粒子などが流体中を沈降する速度である。
- ③ ローディング速度とは、気液系或いは液液系の向流接触操作において、1相の流速が過大になり、他相が円滑に流れなくなって操作不能になる速度である。
- ④ 膜分離における透過速度とは、膜を透過する流体の速度又は流束である。
- ⑤ 流動化開始速度とは、流動層において粒子の重量と流体の抗力が釣り合った状態を与える流体の空塔速度の最小値である。

I-19 回分式反応器において、成分Aの反応速度がAの2次反応の場合に、Aの濃度が初濃度の1/2となる時間に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 初濃度の2乗に反比例する。
- ② 初濃度に反比例する。
- ③ 初濃度に依存しない。
- ④ 初濃度に比例する。
- ⑤ 初濃度の2乗に比例する。

I-20 熱力学に関する次の式のうち、最も不適切なものはどれか。

ただし、 $G$ ：ギブス自由エネルギー、 $H$ ：エンタルピー、 $P$ ：圧力、 $S$ ：エントロピー、  
 $T$ ：絶対温度、 $U$ ：内部エネルギー、 $V$ ：体積である。

①  $H=U+PV$                       ②  $G=H-TS$                       ③  $dU=TdS-PdV$

④  $dG=VdP-SdT$                       ⑤  $dH=SdT-PdV$